

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERIÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação**

**TORTA DE AMÊNDOA DE DENDÊ: CONSUMO,
DIGESTIBILIDADE, METABOLISMO RUMINAL
E DESEMPENHO LEITEIRO EM BUBALINOS**

NATALIA GUARINO SOUZA BARBOSA

**BELO HORIZONTE – MG
ESCOLA DE VETERINÁRIA – UFMG
2010**

Natalia Guarino Souza Barbosa

**Torta de Amêndoa de Dendê: Consumo, Digestibilidade, Metabolismo
Ruminal e Desempenho Leiteiro em Bubalinos**

Tese apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

Orientador: Prof. Norberto Mario Rodríguez

Co-orientadores:

Profª. Eloísa Simões Saliba (UFMG)

Profª. Sandra Cristina Ávila (UFPA)

Belo Horizonte – MG
Escola de Veterinária – UFMG
2010

Barbosa, Natalia Guarino Souza, 1974-

B238t Torta de amêndoa de dendê: consumo, digestibilidade, metabolismo ruminal e desempenho leiteiro em bubalinos / Natalia Guarino Souza Barbosa. – 2010.
176 p. : il.

Orientador: Norberto Mario Rodríguez

Co-orientadores: Eloísa Simões Saliba, Sandra Cristina Ávila

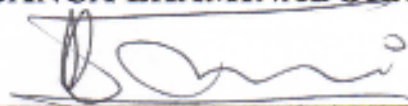
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Búfalo – Alimentação e rações – Teses. 2. Metabolismo em animais – Teses. 3. Torta oleaginosa – Teses. 4. Digestibilidade – Teses. 5. Subprodutos – Teses.
I. Rodríguez, Norberto Mario. II. Saliba, Eloísa Simões. III. Ávila, Sandra Cristina.
IV. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. V. Título.

CDD – 636.293 085

BANCA EXAMINADORA



**Prof. Norberto Mario Rodriguez
(Orientador)**



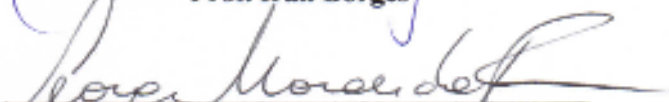
Pesquisador Paulo Campos Christo Fernandes



Prof. Raul Franzolin Neto



Prof. Iran Borges



Prof. Leorges Moraes da Fonseca

DEDICO

A **Deus**, que me planejou, me deu o presente da vida, escolheu aonde eu viria, o que faria, com quem conviveria. Quem me deu o dom de enxergar e sentir a natureza e saber que dela faço apenas parte, sem poderes e sem posses. Fostes, ó Pai, tão bondoso comigo em todos esses anos... Fizeste-me companhia tantas vezes, em dias tão solitários, fizestes chover na seca, secastes as nuvens no período chuvoso, sempre para que no final, o Seu plano fosse realizado. Apoiaste-me quando o desespero tomou conta, carregaste-me quando meus pés já não mais conseguiam caminhar. Espero não O ter decepcionado Pai, faz de mim seu instrumento, sempre. Meu amor e minha gratidão incondicionais a Ti, sempre.

A meu pai, **Francisco José Mendonça Souza**, que me introduziu a natureza, me ensinou, me encaminhou, me apoiou, me orientou, me financiou, me escutou, chorou comigo, sorriu comigo, vibrou comigo, torceu por mim. Pai, se inúmeras vezes voltasse à Terra, em todas queria eu poder ser sua filha. Tudo o que sou, toda minha personalidade, minha essência veio de ti, de seus exemplos e ensinamentos. Amo-lhe incondicionalmente.

Aos meus filhos, **Daniel Souza Barbosa e Viviane Souza Barbosa**, quais palavras escolher? Queria eu conhecer alguma mais forte e mais sincera do que amor para descrever meu sentimento a vocês. Vocês me tornaram uma mulher completa, realizaram meu maior sonho, o de ser mãe. Sem vocês a vida não faz sentido algum. Filhos, vocês não apenas torceram por mim, me apoiaram e me deram todo o seu amor, como fizeram mais, muito mais. Foram capazes de abdicar do convívio da mãe de vocês. Minha dívida jamais será paga. Me perdoem pelos beijos não dados, pelas reuniões escolares que estive ausente. Mamãe está tentando salvar o mundo e vocês estão ajudando! Desculpem-me, não foi por egoísmo, mas por convicção de que alguém tem que tentar.

Ao meu querido marido **Roberto Augusto Dias Barbosa**, que de tão generoso, não consigo descrever. Abrieste mão da esposa, da mãe, porque sabia que seria eu incompleta sem realizar meu sonho. Apoiou-me, financiou-me e tomou conta de nossos filhos para que eu pudesse chegar a esse dia tão sonhado. Todos os obrigadas ainda seriam pouco perto do que preciso lhe agradecer. A cada dia que passa só aumenta o amor que sinto por você. Nossos destinos foram traçados na maternidade!

A minha mãe **Ana Maria Guarino Souza** e minhas irmãs **Etel e Vanessa Guarino Souza**. Apesar da distância, nosso amor é concreto e sabemos que podemos contar umas com as outras. Tantas lembranças, tantos aprendizados. Cresci cercada pelos exemplos seus. Obrigada pelo apoio, pelas orações, pelas torcidas. Amo vocês imensamente.

A amiga **Simone Koprowski Garcia**. Não apenas me abrigaste em sua casa por meses, durante a qualificação e a escrita da tese, como também me agraciaste com suas palavras de apoio e sua amizade, confiando em mim, muitas vezes mais do que eu mesma. Que bom seria se todos fossem generosos como você.

In memoriam

Ao meu querido primo **Joy**... Fostes embora tão cedo! Mas o tempo em que nos abençoaste com sua companhia e alegria foi suficiente para marcar-me para sempre. Pequenininha me ia ao seu lado, pela fazenda, sonhando um dia ser como você. Primo... Dedico também a ti, que colocaste em meu coração a certeza de que o campo vale a pena. Voa e faz rir os seres supremos aí em cima. Aqui, ficamos com a gratidão e as lembranças.

Ao meu querido sogro, **Júlio Barbosa**. Ai, que falta faz! Que triste não o poder abraçar agora. Sei que seu abraço seria um dos mais sinceros hoje.

Agradecimentos

Esse foi um trabalho agraciado pelo apoio de três Universidades Federais em dois estados brasileiros, a Embrapa Amazônia Oriental, a Palmasa S.A, três fazendas particulares e três Agências financiadoras, portanto há muito o quê agradecer. Somando todos os partícipes foram mais de 50 pessoas que contribuíram em pequena, média ou larga escala.

Primeiramente quero agradecer a Deus, sempre meu melhor amigo e conselheiro, capaz com seu poder e amor inexplicáveis fazer chover durante a seca e prover sol durante o período chuvoso, coincidindo de forma impressionante com todas as nossas necessidades climáticas; além de muitas outras bênçãos impossíveis de serem todas relatadas. Pai, a única coisa que realmente sei é que sou apenas um instrumento seu. Usa-me da forma que desejares, prometo nada questionar, apenas obedecer.

Ao *hours concurs* professor Norberto Mario Rodríguez, meu orientador, que foi capaz de confiar completamente em mim, técnica e financeiramente. Quero agradecê-lo por toda a compreensão, apoio, incentivo, amizade, exemplo e mais uma lista infinita que aqui não caberia. Ainda hoje me vejo boquiaberta com sua empolgação em se anunciar meu orientador e minha total falta de reação, pasmada, perplexa com tal informação. Aqui se registre minha imensa gratidão e admiração por quem deveria ser produzido em série, mas que é um em um milhão e abençoada fui eu de tê-lo em minha vida e em meu crescimento profissional.

Quero agradecer a Fapemig pela bolsa concedida entre julho de 2006 e fevereiro de 2007, a Capes pela bolsa concedida a partir de março de 2007 e ao CNPq pelo financiamento do projeto de pesquisa. Ser escolhida dentre muitos para o agraciamento dos referidos suporte foi ao longo dessa jornada um imenso incentivo.

Agradeço a FAPEMIG (Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais), a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelos constantes auxílios em financiamentos aos nossos projetos.

Em especial a Palmasa S.A., pela abertura do espaço, por fornecer toda a torta de dendê necessária para a condução dos dois ensaios experimentais, principalmente nas pessoas dos presidentes Sr. Roberto Lofrano e Sr. Ernesto Miyagawa, e ao chefe de compras Luiz Gomes, que tornaram em realidade todos os meus mais difíceis pedidos.

À fazenda Xingu, nas pessoas de Luiz Gustavo Santos, Luiz Soares Santos e Erandir Vasconcelos, sempre os primeiros a estender as mãos. Pelas mudas, pessoal, equipamentos, alojamento, disponibilidade de terra, de dinheiro, e do que mais fosse necessário, mas, acima de tudo por nossa sincera amizade, essa sim impossível de mensurar. Meu mais sincero obrigado.

Ao sr. Amorim e D. Ana da fazenda Gilva II por permitirem os estudos em sua fazenda e por apoiar de forma irrestrita esses estudos. Espero que nossa amizade perdure. Aos funcionários da fazenda Gilva II: Ananias, Tildene e Erik, pelo trabalho muito árduo executado, pela dedicação, empenho e competência. Muito, muito obrigada.

Aos professores da EV-UFGM, todos, especialmente aos professores: Eloísa Saliba, não sei o que é maior, sua doçura ou sua competência; Iran Borges (sem desmerecimento aos demais mestres) o melhor professor que já tive. Minha imensa admiração e meu mais sincero agradecimento; Angela Lana, pela doçura e pelas contribuições ao longo desse estudo, Leorges Fonseca, pelo material e análises referentes ao estudo de desempenho, mas principalmente pela atenção e pronta disponibilidade para compor a banca, que colaboração inestimável; e Venício Andrade por todo o carinho e atenção dispensados. Obrigada a todos pelas inúmeras contribuições, palavras de apoio, orientações, tudo ficou registrado em meu coração.

Ao professor Raul Franzolin Neto, meu referencial em nutrição de bubalinos. Não bastasse isso, é ainda uma pessoa amabilíssima e humilde. Obrigada pelo exemplo de determinação nessa área tão carente de profissionais. Minha mais sincera admiração.

A amiga e professora da EV-UFMG, Simone K. Garcia, profissional de extrema qualidade; amiga de indescritível denominação. A lista de agradecimentos a você, sem dúvida, é difícil de ser toda detalhada. Obrigada por toda a sua generosidade, por abrir seu lar para mim, por me apoiar, escutar, aconselhar. Simone, sem você eu não chegaria sã ao final dessa jornada! Quisera eu conhecer uma palavra mais forte do que obrigada para lhe agradecer. Foste sem dúvida a melhor pessoa que conheci em BH (sem desmerecer ninguém). Não mude nunca o seu coração, pois ele é extremamente belo; felizes todos os que nele entrarem.

Aos pesquisadores da EMBRAPA Amazônia Oriental, *José Furlan, Marcos Enê, José Adérito* e demais pelos esforços investidos, apoios irrestritos e amizade nascida. Espero vê-los ainda por muito tempo. Aos chefes da Embrapa Amazônia Oriental: Jorge Yared, no início do convênio e Claudio Carvalho, atualmente em exercício, por todo o apoio e estrutura disponibilizados.

Destacadamente aos pesquisadores *Benjamim Nahúm* e *Alexandre Garcia*. Difícil encontrar as palavras corretas para tanto agradecimento. Foram vocês os que abriram as portas, efetuaram a parceria, disponibilizaram as estruturas, acionaram os departamentos e estiveram presentes em todos os momentos. Nada, absolutamente nada teria sido feito sem o apoio de vocês. O meu mais profundo agradecimento e admiração. Espero que essa amizade estenda-se ao longo dos tempos. Ao médico veterinário Talmir Quinzeiro, por inúmeras contribuições, pela sua humanidade e capacidade de nos fazer acreditar que tudo dará certo.

Especialmente ao pesquisador, agora aposentado, *Norton Amador*. Primeiramente por ter iniciado a parceria, pelo carinho, pelas palavras de apoio, pelo fornecimento de mudas, pelo empréstimo do caminhão, por ter aberto as portas de sua casa e me apresentado a sua família, a quem estendo meus agradecimentos. Cremos em um mesmo Deus e nunca o renegamos, não é mesmo?

De forma destacada e muito especial ao pesquisador Paulo Campos Christo Fernandes, meu guru, que sugeriu, ajudou, apoiou, orientou, acompanhou comigo todo o processo, sempre acreditando, sempre influenciando. Extensivo a Duca, sua esposa, por todo o carinho e apoio. Sem vocês, esse trabalho não sairia. A vocês meu oferecimento de amizade eterna.

Ao professor Almir Silva, UFRA, pelo valioso auxílio e orientação durante a confecção da silagem, mas acima de tudo por estar sempre com as portas abertas para colaborar.

A minha co-orientadora Sandra Ávila, UFPa, que mesmo nadando em águas turbulentas sempre esteve ao alcance de um telefonema, sempre apoiando, e acima de tudo acreditando. Quando pessoas como você acreditam, tudo o mais se torna possível. Você é um anjo. Que bênção conhecê-la.

Ao professor Rinaldo Viana, UFRA, pela amizade, apoio, por ter realizado sem qualquer ônus as cirurgias dos animais, disponibilizando tempo, pessoal e material. Sua competência é inquestionável, sua amizade indispensável.

Aos professores Diomedes Barbosa e Carlos Magno, UFPa, pelas análises de protozoários, e por muitos outros momentos profissionais pessoais em que sempre colaboraram de forma conclusiva. A competência e a humanidade de vocês são um grande exemplo para mim.

Aos meus **anjários** Bruno Menezes e Olivar Ribeiro, que encararam o calor e as dificuldades na confecção da silagem. Fizeram coletas em horários tão inadequados; foram humanos e me estenderam as mãos em momentos de tristeza. Fizeram muito mais do que o pedido, fizeram com que o trabalho árduo fosse transformado em alegria, em diversão. Saibam que vocês são os meus filhos de coração.

Ao Henrique, técnico em Agropecuária que acompanhou diariamente comigo o experimento de desempenho, sem medir esforços, sob chuva e sol. Muito obrigada por tudo. Seu futuro será brilhante. Aos estagiários: Gustavo, Joelma e Michele, assim como Gerson e Denise. A Siglea por

participar dos ensaios de esvaziamento, contribuindo com sua precisão e detalhismo. De forma especial a Christian Olivares, estagiário colombiano que passou três meses, em tempo integral, colaborando com os estudos de desempenho animal. Que garra!

Ao professor do departamento de Engenharia mecânica da UFPa, Eduardo Braga, que se disponibilizou, sem ônus, para analisar e sugerir mudanças nas plantas industriais da Palmasa. Sua competência é visível a primeira vista.

Ao prof. William Vale, por ter disponibilizado de forma irrestrita sua biblioteca particular, sonho de consumo bubalínico. Obrigada pelas orientações, contatos, e por sempre estar de portas abertas para mim. O sr. é um grande referencial.

Aos laboratoristas Kelly, Marcos, Amanda, Margot e Toninho. Pelas análises, pelas ajudas em equipamentos, mas principalmente pela amizade e pelos momentos de descontração. Principalmente a Kelly, pelas análises realizadas que requereram muito do seu tempo e esforço. Muito, muito obrigada. De forma carinhosa aos funcionários do colegiado, em especial a Heloísa e a Nilda.

Aos inúmeros amigos conquistados ao longo desses anos. Especialmente a: Cristina Costa, Antônio Mürte, Salete Moraes, Jorge André, Paula Almeida, Maria Paula Fialho, Luciano Fernandes, André Silva, Patrícia Pimentel, Janaína Januário, Luiz Machado, Eduardo Bastianeto, Raquel Moura, Juliana Colodo e Warley Campos em Belo Horizonte e Priscila Kahwage, Sâmia, Kelly, Leonardo e Raimundo Júnior em Belém. Amigo é coisa para se guardar do lado esquerdo do peito, lugar onde vocês estarão sempre. Obrigada.

Principalmente a Guilherme Rocha Moreira, que efetuou as análises estatísticas. Sem palavras para agradecer a atenção, a responsabilidade e a amizade. Muito obrigada.

Não poderia esquecer a profa. Elizabeth Cardozo e a Fatinha, que deram o pontapé inicial. Meu muito obrigada, vocês moram em meu coração.

Aos funcionários da Embrapa Amazônia Oriental, todos (são tantos e muitos realmente contribuíram), mas principalmente ao Januário e Lobo, meus fiéis escudeiros. Com destaque aos motoristas (especialmente ao *Toco*), tratoristas e funcionários que participaram da confecção da silagem. Todos foram imprescindíveis e incansáveis em suas ajudas.

Ao produtor e empresário Eduardo Daher, sempre o primeiro a estender as mãos perante minhas solicitações. Obrigada pela doação, pelo apoio e pela amizade.

Por fim, e nem um pouco menos importante, minha família: Meu esposo Roberto e meus filhos Daniel e Viviane. Sei o quanto foi difícil. Obrigada principalmente por confiarem em mim e me agradecerem com o amor de vocês. Sem vocês, eu nada seria. Não há escalas para dimensionar o meu amor por vocês. Tudo foi feito pensando em vocês.

Aos meus pais Francisco Souza e Ana Souza, por toda uma vida de ensinamentos, pelo apoio, por terem estado ao meu lado e serem sempre os primeiros a estender a mão. Meu mais sincero e eterno amor. Extensivo aos seus pais, meus avós. As minhas irmãs Etel e Vanessa, nem toda a distância do mundo será capaz de nos separar. Meu mais profundo amor.

A minha sogra Vera Lúcia e minha cunhada Pérola, por terem ajudado a cuidar dos meus filhos, para que eu pudesse me ausentar.

A todos os membros das famílias: Dias e Barbosa, assim como seus agregados. Amo vocês.

As minhas famílias Guarino e Souza e seus agregados, sei que mesmo distante estão todos torcendo por mim, assim como eu torço por todos vocês. Amo vocês.

A minha ajudante residencial Missilene. Foste como mãe para meus filhos. Tanto zelo e dedicação, não há palavras para agradecer. Muito, muito obrigada.

A todos que porventura não tenham sido mencionados. O espaço é pequeno, mas as lembranças são grandes. Obrigada.

Finalmente aos **astros**: Labro, Lixador, Lorde, Jagunço e Labirinto, animais dóceis, carinhosos e que pagaram com a própria vida a evolução do conhecimento científico. Muito obrigada.

Keep The Faith (Michael Jackson)

*...But the power's in believing. So give yourself
a chance. 'Cause you can climb the highest
mountain, swim the deepest sea
All you need is the will to want it and little self-
esteem.*

*So keep the faith. Don't let nobody turn you
'round. You gotta know when it's good to go, to
get your dreams up off the ground
So keep the faith, baby, yea. Because it's just a
matter of time before your confidence will win
out.*

*Believe in yourself. No matter what it's gon'
take. You can be a winner. But you got to keep
the faith... I know that you can sail across the
water. Float across the sky – high. Any road
that you take will get you there. If you only try!*

*So keep the faith. Don't let nobody take you
down, brother. Just keep your eyes on the prize
and your feet flat on the ground...
...Lift up your head, and show the world you
got pride. Go for what you want, don't let 'em
get in your way. You can be a winner. But you
got to keep the faith...*

*...Better stand up and act like you wanna do
right. Don't play the fool for the rest of your
life. Work on it brother. And you'll make it
someday. Go for what you want
And don't forget the faith.
Look at yourself
And what you doin' right now
Stand back a minute
Just to check yourself out
Straighten out your life
And how you're livin' each day
Get yourself together
'Cause you got to keep the faith...*

*...Lift up your mind before your mind gets
blown. Some things in life you best just leave
them alone. Go for what you want
Don't let it get in your way.
You can make it happen
But ya got to keep the faith
You can be a winner.
If you keep the faith!*

Mantenha a Fé (MJ)

... Mas o poder está em acreditar. Então dê
uma chance a você mesmo. Pois você pode
escalar a montanha mais alta, nadar no mar
mais profundo. Tudo que você precisa é de
vontade para querer isso. E um pouco de auto-
estima.

Então mantenha a fé. Não deixe ninguém virar
as costas. Você tem que saber quando é a hora
de ir, e tirar seus sonhos do chão
Mantenha a fé, baby, yea. Porque é tudo uma
questão de tempo. Antes que sua convicção
seja vencedora

Acredite em você. Custe o que custar
Você pode ser um vencedor. Mas você tem que
manter a fé... Eu sei que você pode
Navegar pelas águas. Flutuar pelo ar - alto
Qualquer estrada que você pegar vai te levar
lá. Se você apenas tentar !

Então mantenha a fé ! Não deixe ninguém te
levar para baixo, irmão. Apenas mantenha os
olhos no prêmio. E seus pés grudados no chão
...Levante a cabeça, e mostre ao mundo que
você tem orgulho. Vá para o que você quer.

Não deixe eles entrarem no caminho
Você pode ser um vencedor. Mas você tem que
manter a fé...

...Melhor levantar-se e agir da maneira que
você acha melhor. Não seja bobo pelo resto de
sua vida. Trabalhe nisso, irmão. E um dia você
vai conseguir. Vá para o que você quer. E não
se esqueça da fé !

Olhe para você
E para o que você está fazendo agora
Pare um minuto
Para examinar a si mesmo
Arrume sua vida
E como você está vivendo a cada dia
Se organize
Por que você tem que manter a fé...

...Eleve sua mente, antes que ela esvaeça
Algumas coisas na vida, é melhor deixá-las de
lado. Vá para o que você quer
Não deixe eles entrarem no seu caminho.
Você pode fazer acontecer
Mas você tem que manter a fé!
Você pode ser um vencedor.
Se você mantiver a fé!

Amo a Natureza (Natalia Barbosa-NB)

Amo a natureza, pelo simples fato de amá-la.

Não porque ela é bela ou necessária, mas porque a amo, e para mim isso já basta. Não sonho com o grande. Não, não quero o grande, quero o essencial, quero deixar pegadas pelos caminhos percorridos, pegadas das quais desejo sejam todas do bem, todas verdadeiras.

Amo a natureza, não porque todos a amam, mas porque a amo toda. Chuva, sol, mar, flores, mata, vento, ... tudo nela me encanta, me alegra. Amo a natureza, e quem não a ama?

Não, não consigo passar despercebida pelo pássaro cantando, pela formiga batalhando ou pela planta inerte aguardando. Se crescer é não mais a perceber, quero então assim permanecer.

Amo a natureza, sou filha dela, mãe dela, irmã dela, sou dela, parte dela. Sonho! Ah, como sonho. Acredito! Ah, como acredito! Sou assim... simples, verdadeira, uma filha da natureza. Mãe natureza, sou apenas um beija-flor, mas cada voo meu será sempre dado visando tão plena e somente a ti.

Amo a natureza! Registre-se, publique-se e faça-se valer minha plena e real intenção.

“Somos parte da NATUREZA. Não estamos à parte dela. Precisamos aprender e aceitar que ela trabalha sempre buscando seu equilíbrio **original**. Precisamos respeitá-la e conservá-la no mundo todo, não apenas na Amazônia, porque talvez ainda haja tempo de minimizar as muitas catástrofes que estão por vir.” (NB)

“O que as vitórias têm de mau é que não são definitivas. O que as derrotas têm de bom é que também não são definitivas.” (José Saramago)

“Não basta ter força de vontade, é preciso vontade de fazer força.” (Francisco Souza)

“Para dar o segundo passo, é necessário dar o primeiro. Não espere, aja.” (NB)

“O não é garantido, vá atrás do sim! Se receber um não, tudo bem, você já estava preparado para ele mesmo.” (NB)

“Bom mesmo é bombom, que é bom duas vezes.” (Sr. Amorim)

“Eu não me arrependo de nada.....pelo menos eu tentei.” (NB)

Sumário

RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUÇÃO GERAL.....	17
OBJETIVOS.....	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
HIPÓTESES.....	21
Capítulo 1: Revisão de literatura.....	22
1.1. Introdução.....	22
1.2. Aspectos Gerais sobre a Cultura do Dendê.....	24
1.2.1. Caracterização do Dendê.....	24
1.2.2. Situação do dendê no Brasil e no mundo.....	27
1.2.3. O resíduo do Dendê- Torta de amêndoa de dendê.....	27
1.2.4. Rentabilidade do dendê e da TAD e preço da TAD.....	29
1.3. Amazônia.....	30
1.3.1. Região Amazônica do Brasil ou Amazônia Legal.....	30
1.3.2. Amazônia Continental ou Bioma Amazônico ou Floresta Amazônica ou Amazônia.....	31
1.3.2.1. Mudanças Climáticas.....	32
1.3.2.2. Biodiversidade.....	34
1.4. Estado do Pará.....	36
1.5. Os búfalos.....	37
1.5.1. Classificação, origem e domesticação.....	37
1.5.2. Situação mundial e brasileira dos búfalos e características relevantes de seus produtos.....	39
1.5.3. Características nutricionais e reprodutivas dos bubalinos.....	45
1.6. Referências Bibliográficas.....	48
Capítulo 2: Estudo de composição e Processo Industrial da Torta de Amêndoa de Dendê.....	58
2.1. Introdução.....	58
2.2. Revisão de literatura.....	58
2.2.1. Etapas do Beneficiamento do Dendê.....	59
2.3. Material e Métodos.....	60
2.3.1. Localização.....	60
2.3.2. Amostragem.....	60
2.4. Resultados e Discussão.....	61
2.5. Conclusão.....	63
2.6. Agradecimentos.....	64
2.7. Referências bibliográficas.....	64
Capítulo 3: Consumo e Digestibilidade aparente da Torta de Amêndoa de Dendê em níveis crescentes na dieta, em novilhos bubalinos.....	65
3.1. Introdução.....	65
3.2. Revisão de Literatura.....	65
3.2.1. Consumo.....	65
3.2.2. Digestibilidade.....	66
3.3. Material e Métodos.....	68
3.3.1. Local, clima e período experimental.....	68
3.3.2. Área experimental e instalações.....	69
3.3.3. Animais, tratamentos e delineamentos experimentais.....	69
3.3.3.1. Consumo.....	70
3.3.3.2. Digestibilidade Aparente.....	71
3.4. Resultados e Discussão.....	71
3.4.1. Consumo.....	71
3.4.2. Digestibilidade.....	73

3.5. Conclusão.....	75
3.6. Referência Bibliográfica	76
Capítulo 4: Metabolismo Ruminal: Taxa de passagem, degradabilidade <i>in situ</i> e ambiente ruminal em bubalinos recebendo diferentes níveis de torta de amêndoa de dendê.....	79
4.1. Introdução	79
4.2. Revisão de Literatura	80
4.2.1. Taxa de Passagem.....	80
4.2.2. Degradabilidade <i>in situ</i>	82
4.2.3. Ambiente Ruminal.....	84
4.2.3.1. pH ruminal.....	85
4.2.3.2. Ácidos Graxos Voláteis (AGV).....	86
4.2.3.3. Amônia	87
4.3. Material e Métodos	88
4.3.1. Local, clima e período experimental	88
4.3.2. Animais, área experimental, instalações e fornecimento da dieta	88
4.3.3. Procedência da Torta de Amêndoa de Dendê e da silagem e tratamentos testados.....	89
4.3.4. Experimentos	90
4.3.4.1. Taxa de Passagem.....	90
4.3.4.1.1. Marcha de preparo da Fibra Mordente	91
4.3.4.2. Degradabilidade <i>in situ</i> e Ambiente Ruminal.....	92
4.3.4.3. Análises Laboratoriais	93
4.3.4.4. Análises Estatísticas	95
4.4. Resultados e Discussão	96
4.4.1. Taxa de Passagem.....	96
4.4.2. Degradabilidade <i>in situ</i>	99
4.4.3. Ambiente Ruminal.....	105
4.4.3.1. pH ruminal.....	105
4.4.3.2. Produção de Amônia (N-NH ₃).....	106
4.4.3.3. Ácidos graxos voláteis no fluido ruminal (Acetato, Propionato e Butirato).....	107
4.5. Conclusão.....	110
4.6. Referências Bibliográficas	110
Capítulo 5: Esvaziamento Ruminal, estimativa do volume dos compartimentos ruminais pelo método das bolas e população de protozoários totais em ambiente ruminal bubalino.....	118
5.1. Introdução	118
5.2. Revisão de Literatura	119
5.2.1. Esvaziamento Ruminal	119
5.2.2. Protozoários ruminais	120
5.3. Material e Métodos	121
5.3.1. Local, clima e período experimental	121
5.3.2. Área experimental e procedência dos alimentos.....	121
5.3.3. Experimentos	122
5.3.3.1. Esvaziamento ruminal e volume de gases (Método das bolas)	122
5.3.3.2. População de Protozoários.....	125
5.3.4. Análises Estatísticas	125
5.4. Resultados e Discussão	126
5.4.1. Método das bolas e esvaziamento ruminal	126
5.4.2. População de Protozoários.....	130
5.5. Conclusão.....	131
5.6. Referência Bibliográfica	132

Capítulo 6: Desempenho leiteiro de bubalinas Múrrah recebendo torta de amêndoa de dendê na dieta	134
6.1. Introdução.....	134
6.2. Revisão de literatura.....	134
6.2.1. Leite de Búfala.....	134
6.2.2. Qualidade do Leite.....	137
6.2.3. Ácido Linoléico Conjugado (CLA).....	139
6.2.4. Nitrogênio uréico do leite (NUL) ou milk urea nitrogen (MUN).....	143
6.3. Material e Métodos.....	145
6.3.1. Local.....	145
6.3.2. Ensaio Experimental e Dieta Experimental.....	145
6.3.3. Análises físico-químicas.....	147
6.3.3.1. Teor de Uréia.....	147
6.3.3.2. Composição centesimal.....	148
6.3.3.3. Contagem de células somáticas.....	148
6.3.3.4. Contagem bacteriana total.....	148
6.3.3.5. Ácido Linoléico Conjugado.....	148
6.3.4. Análise estatística.....	149
6.4. Resultados e Discussão.....	149
6.5. Conclusão.....	154
6.6. Referência Bibliográfica.....	155
7. Considerações e implicações	163
Anexo I – Figuras	166
Anexo II: Quadros de análise de variância (ANOVA)	172

Lista de Tabelas

Tabela 1- Efetivo bubalino e bovino mundial e brasileiro nos anos 1969, 1979, 1989, 1999 e 2009 e variação do efetivo por período.....	39
Tabela 2- Países maiores criadores de búfalos e efetivo mundial nos anos de 1979 e 2009; percentual de cada país em relação ao total mundial em 2009 e variação do efetivo dos países no período.....	41
Tabela 3- Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) nas amostras de tora de amêndoa de dendê (TAD) coletadas ao longo dos meses.....	61
Tabela 4- Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) das amostras de torta de amêndoa de dendê (TAD), coletadas por prensa.....	62
Tabela 5- Problemas identificados e sugestões apontadas para padronização da TAD.....	63
Tabela 6- Composição química da silagem e da TAD ofertadas por tratamento.....	70
Tabela 7- Consumo de Matéria Seca (CMS), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Extrato Etéreo (EE), Proteína Bruta (PB), Energia Digestível (ED), Energia metabolizável (EM) e Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) em bubalinos alimentados com diferentes níveis de Torta (TAD).....	72
Tabela 8- Equação de Regressão do Consumo de Matéria Seca (CMS), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Extrato Etéreo (EE), Proteína Bruta (PB) e Energia Digestível (ED) de bubalinos alimentados com diferentes níveis de Torta de Amêndoa de Dendê (TAD) e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2).....	72

Tabela 9- Digestibilidade (%) de Matéria Seca (MS), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Energia Bruta (EB), Extrato Etéreo (EE) e Proteína Bruta (PB) de búfalos recebendo diferentes níveis de Torta de Amêndoa de Dendê (TAD) e suas respectivas equações de regressão seguidas de seus coeficientes de determinação (R^2).....	74
Tabela 10- Tempo médio de Retenção (TMR), Taxa de Passagem e Tempo de Trânsito (TT) da silagem de capim elefante fornecida a búfalos, recebendo diferentes níveis de TAD.	98
Tabela 11- Degradabilidade efetiva (%) da matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) da silagem e da TAD, nos diferentes níveis de inclusão da TAD, estimada a partir das taxas de passagem 2 e 5%/h ou calculada a partir da taxa de passagem verdadeira.	99
Tabela 12- Parâmetros do modelo de degradação ruminal de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) da silagem e da torta de amêndoa de dendê (TAD), em diferentes tratamentos (níveis de TAD: 0,20,40 e 60%) em bubalinos.....	104
Tabela 13- Potencial hidrogeniônico (pH) em função do tempo de coleta após alimentação em bubalinos recebendo diferentes níveis de TAD.....	105
Tabela 14- Concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃ , mg/100mL) em função do tempo de coleta após alimentação em bubalinos recebendo diferentes níveis de TAD.....	106
Tabela 15- Concentração de Acetato (mmol/100mL) em função do tempo de coleta após alimentação em bubalinos recebendo diferentes níveis de TAD.....	107
Tabela 16- Concentração de Propionato (mmol/100mL) em função do tempo de coleta após alimentação em bubalinos recebendo diferentes níveis de TAD.....	108
Tabela 17- Concentração de Butirato (mmol/100mL) em função do tempo de coleta após alimentação em bubalinos recebendo diferentes níveis de TAD.....	108
Tabela 18- Proporção Molar de Acetato: Propionato: Butirato nos diferentes níveis de inclusão de TAD em dietas fornecidas a bubalinos.....	109
Tabela 19- Frações de Sólido, Líquido e Gás (L), Sólido em Matéria Seca, líquido corrigido para umidade e total (L) estimadas pelo método das bolas, em ambiente ruminal bubalino, recebendo diferentes níveis de torta de Amêndoa de Dendê, em diferentes horários pós prandial.....	128
Tabela 20- Porcentagem das Frações de Sólido, Líquido e Gás estimadas pelo método das bolas, em ambiente ruminal bubalino, recebendo diferentes níveis de torta de Amêndoa de Dendê, em diferentes horários pós prandial.....	129
Tabela 21- População de protozoários totais em ambiente ruminal bubalino recebendo diferentes níveis de TAD.....	130
Tabela 22- Variação na composição do leite da búfala e valor médio do leite da vaca.	136
Tabela 23- Valores médios dos componentes e da contagem de células somáticas (CCS) de leite de búfalas da Região do Alto São Francisco-MG.	139
Tabela 24- Dieta experimental por período e alimento teste.....	146
Tabela 25- Produção de leite (PL), produção de leite corrigida (PLC), teores de Gordura (G), proteína (PTN), lactose (LACT), sólidos totais (ST) e extrato seco desengordurado (ESD), contagem de células somáticas (CCS), unidades formadoras de colônia (UFC), ácido linoléico conjugado (CLA) e nitrogênio uréico do leite (NUL) no leite bubalino, recebendo dietas iso-fibrosas.....	150

Lista de Figuras

Figura 1- Principais estados produtores de dendê em 2008.	166
Figura 2- Plantio e cachos de dendê	166
Figura 3- Fruto do dendê. Destacando polpa e semente	166
Figura 4- Torta de Amêndoa de Dendê	166
Figura 5- Mapa Bioma Amazônico	166
Figura 6- Desmatamento da Floresta Amazônica no estado do Pará.	166
Figura 7- Umidade Relativa do Ar: Dias do mês de Agosto de 2008 e período de 1961 a 1990.....	167
Figura 8- Umidade Relativa do Ar: Dias do mês de Dezembro de 2008 e período de 1961 a 1990... 167	167
Figura 9- Chuva acumulada mensal: Ano de 2008 e período de 1961 a 1990	167
Figura 10- Temperatura Máxima diária: Dias do mês de Dezembro de 2008 e período de 1961 a 1990	167
Figura 11- Rentabilidade do fruto fresco do dendê (comunicação pessoal).....	167
Figura 12- Esterilização.....	168
Figura 13- Debulha do cacho.....	168
Figura 14- Digestão da polpa.....	168
Figura 15- Prensagem da polpa	168
Figura 16- Descascação	168
Figura 17- Mesa separadora de cascas.....	168
Figura 18- Amêndoas sem casca	168
Figura 19- Prensagem e TAD	168
Figura 20- Torta de amêndoa de dendê (TAD)	169
Figura 21- Clarificação do óleo de Dendê.....	169
Figura 22- Clarificação do óleo de Palmiste.....	169
Figura 23- Vista Externa das Instalações.....	169
Figura 24- Animais e ambiente experimental.....	169
Figura 25- Fornecimento do lipe	169
Figura 26- Parede ruminal necrosada momentos antes do corte	170
Figura 27- Preparo da fibra mordante. Complexação do dicromato de sódio com a fibra	170
Figura 28- Equipamento de proteção pessoal.....	170
Figura 29- Introdução da fibra mordante.....	170
Figura 30- Coleta de fezes	170
Figura 31- Sacos prontos para incubação in situ	170
Figura 32- Ambiente ruminal bubalino	171
Figura 33- Bolas (Método das bolas)	171
Figura 34- Estimativa da produção de	171
Figura 35- Material ruminal sólido.....	171
Figura 36- Material líquido ruminal	171
Figura 37- Determinação do volume individual da bola	171
Figura 38- Coleta para determinação de protozoários ruminais	171
Figura 39- Conservação de amostra	171
Figura 40: Biossíntese de CLA em ruminante.....	141

RESUMO

A torta de amêndoa de dendê (TAD) é o principal subproduto da agroindústria disponível à alimentação animal no Pará, Brasil. Estudos foram realizados para apontar fatores atuantes sobre sua padronização industrial, assim como determinar melhor nível de inclusão, metabolismo e desempenho leiteiro em bubalinos suplementados com TAD. Há etapas industriais que interferem na qualidade do produto final. Sete estudos em delineamento de blocos casualizados foram realizados, em sequência, para avaliar os efeitos dos níveis crescentes de TAD (0, 20, 40 e 60%) na dieta de bubalinos: 1- Consumo de: Matéria Seca (MS), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Extrato Etéreo (EE), Proteína Bruta (PB) e Energia Digestível (ED); 2- Digestibilidade aparente (MS, PB, EE e Energia Bruta) e digestibilidade verdadeira (FDN); 3- Taxa de passagem de sólidos, 4- Degradabilidade *in situ* (MS, FDN, FDA e PB); 5- Ambiente ruminal (pH, produção de ácidos graxos voláteis e concentração de nitrogênio amoniacal-NH₃); 6- Esvaziamento ruminal, com estimativa do volume ruminal total pelo método das bolas, criado no corrente estudo e 7- Determinação da população de protozoários totais. Quatro búfalos mestiços (peso vivo inicial $\pm 380,10$ Kg) foram testados para os estudos 1 e 2. O consumo ($\text{g/kg}^{0,75}/\text{dia}$) variou de 50,12 a 64,48; 38,56 a 57,79; 2,58 a 3,52 e 5,78 a 8,53 para MS, FDN, EE e PB respectivamente e EB (Kcal/Kg^{0,75}/dia) de 108,18 a 180,15. A digestibilidade aparente (%) variou de 46,44 a 58; 50,68 a 62,75; 46,81 a 60,60; 68,43 a 88,72 e 42,94 a 50,99 para MS, FDN, EB, EE e PB, respectivamente. Os estudos 3 a 7 foram realizados com três bubalinos fistulados no rúmen. A taxa de passagem foi aproximadamente de $2\% \text{hora}^{-1}$. A degradabilidade efetiva, o potencial e a taxa de degradação da silagem e da TAD foram superiores para a TAD em relação à silagem, destacando a qualidade de sua fibra. O pH ruminal foi adequado nos quatro níveis de inclusão da TAD, com média de 6,82. As concentrações de nitrogênio amoniacal foram adequadas até 40% de TAD. A relação média de Acetato:Propionato:Butirato foi de 68:26:6 (100% silagem) e 75:20:5 (60% de TAD). A inclusão da TAD na dieta reduziu a fração sólida da digesta até o nível de 40%. Houve aumento da fração gasosa com aumento da adição de TAD. O método das bolas mostrou-se prático e útil, especialmente para triagens de equipamentos mais sofisticados. A população de protozoários decresceu com o aumento da TAD. O melhor nível de TAD, para os sete estudos realizados, foi o de 60% de inclusão. Estudo de desempenho leiteiro com fêmeas búfalas recebendo 60% de TAD foi realizado. A adição de TAD foi eficiente ($p < 0,05$) para aumentar os teores de gordura, sólidos totais e ácido linoléico conjugado em leite de búfalas, sem diferença para produção de leite ($P > 0,05$). Concluiu-se que a TAD possui características de alimento volumoso e que pode substituir essa fração na alimentação de ruminantes de modo superior à silagem de capim elefante, com ganhos na qualidade do leite, em particular para o CLA, que aumentou 44%.

Palavras-Chave: Torta de Amêndoa de Dendê, Digestibilidade, Metabolismo, Esvaziamento Ruminal, Ácido Linoléico Conjugado, Subproduto.

ABSTRACT

The palm kernel cake (PKC) is the main agricultural byproduct available for animal feed in Para State, Brazil. Studies were conducted to visualize factors affecting industrial standardization as well as to determine best level of inclusion, metabolism and performance of buffaloes fed with PKC. There are industrial stages that affect the quality of the final product. Seven studies in a randomized block design were performed to assess the effects of increasing levels of PKC (0, 20, 40 and 60%) at buffaloes' diets as the following sequence: 1- Intake of dry matter (DM), Neutral Detergent Fiber (NDF), ether extract (EE) and crude protein (CP), digestible energy (DE), 2 - Apparent digestibility (DM, CP, and Crude Energy-CE) and true digestibility (NDF), 3 - Rate of passage of solids, 4 - *In situ* degradability (DM, NDF, ADF and CP), 5 - rumen environment (pH, production of volatile fatty acids and ammonia nitrogen-NH₃), 6- Rumen emptying, with total rumen volume estimated by the balls method, created at current study and 7 - Determination of total protozoa population. Four crossbred buffaloes (initial weight \pm 380.10 Kg) were tested at studies 1 and 2. Consumption (g/Kg^{0.75}/day) ranged from 50.12 to 64.48, from 38.56 to 57.79, 2.58 to 3.52 and from 5.78 to 8.53 for DM, NDF, EE and CP respectively and CE (Kcal/kg^{0.75}/day) from 108.18 to 180.15. Apparent digestibility (%) ranged from 46.44 to 58, from 50.68 to 62.75, from 46.81 to 60.60, from 68.43 to 88.72 and from 42.94 to 50.99 to DM, NDF, EB, CE and CP, respectively. Studies 3-7 were conducted with three rumen fistulated buffaloes. The passage rate was approximately 2% per hour. Effective degradability, potential and rate of degradation of silage and PKC were higher for PKC in relation to silage, highlighting the quality of its fiber. Rumen pH was suitable in all four levels of PKC inclusion, with an average of 6.82. The concentrations of ammonia nitrogen were adequate up to 40% of PKC. The average ratio of acetate: propionate: butyrate was 68:26:6 (100% silage) and 75:20:5 (60% PKC). The inclusion of PKC in the diet decreased the solid fraction of the digesta until 40% of PKC. There was an increase of gas fraction with increasing addition of PKC. The method of balls proved to be practical and useful, especially as a screening of more sophisticated equipments. The protozoa population decreased as PKC increased. The best level of PKC, in all seven studies, was 60% of inclusion. Dairy performance study with female buffaloes receiving 60% of PKC was conducted. The addition of PKC was effective ($p < 0.05$) to increase the content of fat, total solids and conjugated linoleic acid in buffaloes' milk, with no difference in milk yield ($P > 0.05$). The conclusion of current studies is that PKC has characteristics of bulk food, and that it can replace this fraction in ruminant's feed with superiorities over elephant grass silage, with increases in milk quality, particularly for CLA, which increased 44 %.

Keywords: Palm Kernel Cake, Digestibility, Metabolism, Rumen emptying, Conjugated Linoleic Acid, Byproduct.

INTRODUÇÃO GERAL

A utilização de subprodutos da agroindústria na nutrição animal é uma prática costumeira e recomendável, particularmente para a pecuária, onde despesas e receitas nem sempre caminham em direção ao lucro. Cada macro e/ou micro região possui algum alimento que lhe é peculiar, e, por esse motivo, não cabe qualificar um subproduto como *ideal*, mas sim como *adequado* para determinado local.

Alguns subprodutos agroindustriais podem ser aproveitados como fonte de energia, alimento animal e/ou fertilizante enquanto outros podem ser aplicados na indústria automobilística, construção civil ou ainda em artesanato. O importante é que ao se lançar mão de um subproduto, deve-se ter em mente a maximização econômica desse em ambas suas cadeias originária e destinatária.

A aplicabilidade de subprodutos em nutrição animal permite outros benefícios, como:

- *Redução de resíduo acumulativo.* A cada novo ciclo produtivo mais e mais resíduo pode ser acumulado próximo ao local de sua produção ou descartado inadequadamente. Ambas as práticas possuem riscos de contaminação, tanto para a população próxima a atividade quanto para o ambiente como um todo.

- *Redução de custo de produção:* A principal vantagem dos subprodutos é seu preço. Comumente são mais baratos do que os produtos. Sendo assim, sua aplicação pode colaborar com a redução do custo final da atividade pecuária que os utiliza, já que a alimentação pode responder por até 70% dos custos totais de uma criação.

- *Facilidade de aquisição:* Alguns subprodutos passam a ter interesse de exploração simplesmente pela facilidade de sua aquisição, quando estão disponíveis próximos ao local da criação ou quando lá chegam facilmente, especialmente se o custo de aquisição beirar o inexistente. O criador deve programar-se quanto à disponibilidade ao longo do ano e à logística de transporte e armazenamento dos subprodutos, para que o fornecimento ao animal não seja interrompido, a não ser que seja uma interrupção programada.

Na região Norte, particularmente no estado do Pará, o subproduto mais *adequado*, em função de sua alta disponibilidade, é a torta de amêndoa de dendê (TAD). A TAD é o resíduo final da prensagem da amêndoa do dendê e não de sua polpa. É também conhecida como torta de palmiste, já que palmiste é o óleo extraído da amêndoa.

O cenário recente nacional e mundial de fontes renováveis de energia (para fins elétricos e biocombustíveis) vem impulsionando todo o setor produtivo ao qual se enquadra. Em consequência disso, o crescimento das culturas, com essa aptidão, acarretará em alta disponibilidade de seus subprodutos, que tendo aplicabilidade nutritiva ou fertilizante, necessitam ter limitações, vantagens e desvantagens conhecidas.

A previsão inicial indica que a disponibilidade de TAD no estado do Pará crescerá cerca de 350%¹ nos próximos cinco, dez anos. O conhecimento desse subproduto pode dar suporte à prática de suplementação alimentar animal, técnica ainda pouco utilizada, porém inevitável a curto, médio e longo prazos no estado.

O Pará é o maior produtor de bubalinos não apenas do Brasil, mas também das Américas. Os bubalinos são animais dóceis, cuja carne e leite são considerados nutracêuticos, por suas características nutritivas e terapêuticas. A criação de bubalinos no estado do Pará é realizada basicamente de forma extensiva, o que resulta em baixos índices produtivos. Estudar a TAD e sua aplicabilidade na nutrição de bubalinos pareceu eminente, tanto quanto pertinente.

O estado do Pará está situado na região Amazônica, e em função disso há discussões calorosas quanto a questões sobre desmatamento, sustentabilidade e afins. Para os que estão de fora do dilema o raciocínio trabalha facilmente em direção à preservação, mas para os que estão vivenciando-o de dentro há imensa angústia, sensação de injustiça e um imenso receio de prejuízos, que podem inclusive acarretar a perda de toda uma vida de trabalho.

¹ Previsão calculada, pela autora, a partir de dados de previsão de expansão (Zanatta, 2010) e rentabilidade (N.A.).

Dentre os principais fatores apontados como atuantes no desmatamento da Floresta Amazônica está a atividade pecuária. A abertura de novas áreas fisicamente é possível, mas não mais recomendável. Sendo assim a intensificação da atividade pecuária não poderá ser adiada. Na intensificação o fator mais importante é a suplementação; e, na região, o subproduto de maior disponibilidade é a TAD.

Parece ser muito simplório o pensamento que o coletivo sobrepõe o indivíduo, pois o indivíduo também possui direitos. O técnico moderno, principalmente dessa região, precisará encontrar o ínfimo ponto de equilíbrio entre o coletivo e o individual, para que haja desenvolvimento, sem haver prejuízos ambientais.

A humanidade caminha para um cruzamento perigoso em que deverá escolher entre o desenvolvimento ou a preservação ambiental; mas ao que tudo indica ainda há tempo para que ambos caminhem paralelamente. É justamente nessa busca, por soluções sustentáveis, que se enquadra o corrente trabalho. Após muito trabalho, inúmeras análises laboratoriais e análises estatísticas cautelosas, algumas informações relevantes foram encontradas e que podem colaborar com o desenvolvimento sustentável da pecuária no estado do Pará e que serão descritas a seguir.

OBJETIVOS

Este estudo visou identificar as fontes de variação na composição bromatológica da Torta de Amêndoa de Dendê durante o processamento industrial, determinar o valor nutritivo da Torta de Amêndoa de Dendê e seu melhor nível de inclusão nas dietas de búfalos machos mestiços através de ensaios metabólicos, assim como conhecer o desempenho leiteiro de fêmeas da raça Murrah, utilizando silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) como fonte de volumoso.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Padronização do produto

- I. Analisar a variação na composição bromatológica da Torta de Amêndoa de Dendê obtida por extração mecânica;
- II. Identificar as fontes de variação na composição bromatológica da Torta de Amêndoa de Dendê durante o processamento industrial;
- III. Sugerir algumas adequações para redução na variação do produto final.

b) Dados nutricionais

- I. Avaliar o valor nutritivo da Torta de Amêndoa de Dendê e seu melhor nível de inclusão na dieta de bubalinos mestiços.
- II. Avaliar a degradabilidade *in situ* de nutrientes da Torta de Amêndoa de Dendê e do volumoso para cada nível de substituição.
- III. Avaliar a digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e energia da Torta de Amêndoa de Dendê e da silagem de capim elefante em bubalinos recebendo níveis crescentes da mesma.
- IV. Avaliar a taxa de passagem de sólidos, a população de protozoários totais e o ambiente ruminal (pH, produção de AGV e N-NH₃) em bubalinos recebendo níveis crescentes da TAD.
- V. Avaliar a produção leiteira em fêmeas bubalinas da raça Múrrah, alimentadas com o melhor nível de inclusão de Torta de Amêndoa de Dendê e valor energético obtidos nos experimentos anteriores.

- VI. Avaliar a composição do leite: umidade, sólidos totais, sólidos não gordurosos, proteína, gordura total, ácido linoléico conjugado e uréia em leite de búfalas recebendo a Torta de Amêndoa de Dendê.

HIPÓTESES

- ✓ A implantação de novos procedimentos operacionais durante o processamento industrial do dendê poderá reduzir a variabilidade da composição nutricional da Torta de Amêndoa de Dendê;
- ✓ A adição de Torta de Amêndoa de Dendê no suplemento concentrado poderá aumentar a produção de leite de búfalas, assim como de seus constituintes sólidos;
- ✓ A administração de Torta de Amêndoa de Dendê a búfalas eleva os teores de ácido linoléico conjugado no leite.
- ✓ A Torta de Amêndoa de Dendê pode ser adicionada em suplementos em substituição aos alimentos tradicionais com manutenção do valor nutritivo.

Capítulo 1: Revisão de literatura

1.1. Introdução

A utilização de biomassa para a produção de energia e biocombustíveis parece ser a alternativa mais promissora deste século, aliando desenvolvimento e conservação ambiental. As fontes renováveis de energia elétrica e biocombustíveis ocupam 1/5 de toda energia mundial, geradas a partir de 13% a 14% de biomassa e 6% de recursos hídricos (Hall et al., 2005).

No Brasil, em função da necessidade de substituir o combustível fóssil por fontes renováveis, está ocorrendo um aumento do plantio de oleaginosas destinadas à produção de biocombustível. E por isso, o país, dentre muitos, procura o caminho do domínio tecnológico do biocombustível, tanto em nível agrônômico como industrial (Abdalla et al., 2008).

Dentre as oleaginosas, em fase de expansão, destaca-se o dendê, que é a principal opção para a região amazônica em substituição ao óleo diesel. Segundo Monteiro et al. (2006), um litro de óleo vegetal pode substituir um litro de óleo diesel, enquanto 2,2 litros de petróleo bruto seriam necessários para essa mesma produção.

Outra característica que destaca o dendê para a produção de biocombustível é sua alta produtividade, de cinco toneladas óleo/ha/ano, contra 0,470; 0,210; 0,450 e 0,120 toneladas para mamona, soja, amendoim e babaçu, respectivamente (Holanda, 2004). Silva (2000) Apud Enríquez et al. (2003) relata rendimentos em Kg/ha de 5.000, 3.000, 2.000, 1.200 e 500 para o dendê, coco, oliva, amendoim e soja respectivamente.

A área plantada de dendê no Brasil é de 105.056 ha; 49.544 ha dos quais no estado do Pará. Entretanto, apesar de representar 47% da área plantada, o Pará produziu 82,17% de todo o dendê nacional, em um total de 896.295 mil toneladas (IBGE, 2008) (Anexo I, figura 1).

Em maio de 2010, o Brasil lançou o *Programa Nacional de Estímulo à Produção de Óleo de Palma*, visando aumentar a produção e situar o Brasil como maior produtor mundial de óleo de palma. O programa foi lançado e será executado no estado do Pará. Seguindo essa

tendência, a Petrobrás lançou dois projetos, uma usina de biodiesel no Pará, e outra em Portugal, prevendo a capacidade de produção de 120 milhões de litros de biodiesel por ano, com investimentos de R\$ 330 milhões, sendo R\$ 237 milhões na área agrícola e R\$ 93 milhões na industrial (Brasil, 2010).

Dessa forma, a disponibilidade do dendê e de seus subprodutos deverá aumentar de modo marcante nos próximos anos.

Um dos subprodutos da exploração do dendê é a torta da amêndoa de dendê (TAD), disponível ao longo do ano e que possui preço mais acessível em nível regional, quando em comparação a fontes importadas de outros estados. Em função de sua alta disponibilidade e seu preço atraente, a TAD possui expressivo potencial para a alimentação animal no estado do Pará. Entretanto o conhecimento de suas características nutricionais e formas de utilização ainda são restritos.

A TAD pode ser utilizada como alimento para animais, como fonte de adubo orgânico nos próprios plantios de dendê (Abdalla et al., 2008) ou novamente prensada para retirada do óleo excedente; aparentemente sua utilização como fonte de adubo ainda é a mais expressiva, sem que haja precisa estatística, quanto à forma de utilização da mesma, por parte dos compradores desse subproduto (comunicação pessoal)².

Acredita-se que, no futuro, com o aumento da área e da produtividade de dendezaís, o uso indiscriminado da TAD como fonte de adubo orgânico poderá causar problemas de impacto ambiental. Considerando que a cultura encontra-se em expansão na região Amazônica, destinar a TAD à alimentação animal representa uma alternativa viável não apenas sob o ponto de vista econômico, mas, sobretudo sob o ecológico. Alternativas ecologicamente corretas para a região Amazônica, após estudos confirmatórios, devem ser adequadamente utilizadas e constantemente indicadas.

² Comunicação pessoal. SOUSA, H. Agropalma. Rodovia Arthur Bernardes, 5.555. Bairro Tapanã, Belém, Pará. 2010.

Vale ressaltar que o estado do Pará é o quinto maior produtor de bovinos do Brasil e o maior de bubalinos das Américas. Desta forma, alternativas alimentares para a produção animal podem representar não apenas uma redução na abertura de novas áreas pecuárias, o que atualmente ocorre através de desmatamento, como também proporcionar uma maior eficiência para a atividade já estabelecida, com possibilidades de reflexo na economia estadual.

Para melhor compreensão da torta de amêndoa de dendê e dos bubalinos, assim como suas respectivas importâncias para a região, itens e subitens foram listados a seguir.

1.2. Aspectos Gerais sobre a Cultura do Dendê

1.2.1. Caracterização do Dendê

O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) é uma palmeira originária da África. Foi introduzida no Pará nos anos 50, para fins de pesquisa e em 1975, em 355 hectares no município de Santa Izabel do Pará, para fins produtivos (Enríquez et al., 2003). É uma planta perene, de grande porte, que quando adulta oferece perfeito recobrimento do solo, podendo ser considerado um sistema de aceitável estabilidade ecológica e de baixos impactos negativos ao ambiente. Sua produção inicia aos três anos de idade e ocorre ao longo de todo o ano, podendo produzir por mais de 25 anos (Barcelos, 2006).

Enríquez et al. (2003) destacam que a produtividade máxima do dendezeiro é alcançada entre o 7º e o 15º ano, e que somente após 25 anos há a necessidade do replantio, simplesmente porque a colheita torna-se difícil em função da altura que a palmeira atinge. A produção de cachos e frutos maduros ocorre durante todo o ano, mas a safra situa-se entre outubro a janeiro. Ainda segundo os autores, cada cacho pesa entre 10 a 20 kg e contém em torno de 1500 frutos (Anexo I, figura 2), com rendimento médio de 4 a 6 toneladas de óleo por hectare, conferindo-lhe o título de oleaginosa de maior produtividade até então conhecida. A planta é exigente em insolação, o que produz efeito destacado sobre número de folhas emitidas, número de cachos produzidos e o teor de óleos (Silva, 2000 Apud Enríquez et al., 2003).

Do dendê quase tudo se aproveita, havendo vários produtos compostos tanto por sólidos quanto por líquidos naturais. Segundo Dias et al. (1973), de seus frutos podem-se extrair dois tipos de óleo, com rendimento por hectare superior aos óleos de amendoim, gergelim, mamona e soja, e que são: o óleo de dendê ou de palma (*palm oil*, como conhecido no mercado internacional), extraído da parte externa do fruto (mesocarpo) e óleo de palmiste (*palm kernel oil*), extraído da semente (Anexo I, figura 3). A composição difere entre os dois óleos.

O óleo da polpa ou da palma é conhecido como azeite de dendê e pode ser utilizado como: azeite de mesa, composição de margarina e maionese, produção de vitaminas A e E, fabricação de sabão e detergente, nas indústrias de velas, biscoito e glicerina e na laminação de chapas a frio em siderurgia. O óleo da amêndoa ou de palmiste pode ser utilizado para: fabricação de sabonete, detergente, pomada, maionese e na confecção de confeitos de compostos gordurosos (Surre, et al., 1969; Muller, 1980; Barcelos et al., 1987; Muller et al., 1989).

Após o processamento dos cachos para a extração dos dois óleos é obtida uma série de subprodutos, como: fibras e cachos vazios (para adubo orgânico), casca das amêndoas (para fabricação de fibras de freio ou como fonte alternativa de energia para alimentar as caldeiras), torta de palmiste (para alimentação animal ou adubo orgânico) e efluentes líquidos (Enríquez et al., 2003).

A torta de palmiste, ou resíduo do óleo de palmiste é também chamada de Torta de Amêndoa de Dendê (TAD), pode ser utilizado na alimentação animal, *possuindo valor nutritivo variável conforme o método de extração e época do ano* (Rodrigues Filho et al., 2001).

Novas utilizações para os produtos do dendê foram recentemente descobertas. As mais importantes seriam: sua aptidão para a produção de biocombustível e sua capacidade de substituir a gordura hidrogenada (rica em gordura trans) na produção de alimentos, permitindo a manutenção da qualidade dos mesmos (textura, sabor, etc), porém livre de gordura trans

(Corley e Tinker, 2003). Há, portanto, dois novos nichos de mercado eminentes para o dendê: o mercado de combustíveis e o de alimentação saudável.

Agropalma (2002) informa que vários estudos nutricionais têm mostrado que os ácidos graxos trans e cis em posições não naturais (formados na hidrogenação parcial de óleos vegetais) podem apresentar efeitos adversos na saúde humana. Devido a isso, existe um crescente interesse em reduzir ou eliminar esses ácidos graxos em produtos alimentícios. As alternativas hoje existentes são a hidrogenação total, combinada com a interesterificação ou o uso de óleos ou frações naturalmente semi-sólidos em temperatura ambiente. O óleo de palma e suas frações, em proporções adequadas para cada aplicação, são uma alternativa natural e saudável às gorduras parcialmente hidrogenadas.

Enríquez et al. (2003) destacam que dentre os produtos advindos do óleo de palma, isentos de gordura trans estão: gorduras para massa e spray em biscoitos, margarina e cremes vegetais, gorduras para coberturas de sorvete, temperos, frituras, extrusados, achocolatados e etc. Ainda segundo eles, o óleo de palma baixa o colesterol total e o LDL (colesterol ruim) e eleva o HDL (colesterol bom) e que deveria ser classificado como uma gordura saturada e insaturada ao mesmo tempo.

Há apenas dois óleos conhecidos (na atualidade) com a possibilidade de substituição da gordura trans para usos industriais, que são o óleo de palma e o óleo de coco; a composição dos dois é diferente. Os ácidos graxos saturados e insaturados do dendê estão presentes em quantidades aproximadamente iguais, sendo o palmítico, oléico e linoléico os principais. O óleo de palma possui ainda cerca de 1% de componentes menores, como os carotenóides, tocoferóis, esteróis, alcoóis triterpenicos, fosfolipídeos, glicolipídeos e hidrocarbonetos parafínicos. O caroteno é destruído durante o refino e os tocoferóis, antioxidantes naturais, requerem cuidados para preservação durante os processos de extração, refino e fracionamento (Enríquez et al., 2003).

Uma das poucas limitações do dendezeiro é que possui rápida acidificação dos frutos, o que requer processamento em até 24 horas após colheita, conseqüentemente a fábrica de extração necessita estar próxima ao local de plantio (Enríquez et al., 2003).

Valois (1997) concluiu que o dendê constitui uma das melhores alternativas técnicas, econômicas e ecológicas para o desenvolvimento sustentável da região Amazônica. Para Brito et al. (2000) essa planta permite uma atividade econômica adaptada ao ambiente, já que coexiste com a floresta, multiplica empregos e conecta-se com o mercado global, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da região Amazônica.

1.2.2. Situação do dendê no Brasil e no mundo

No cenário mundial, o Brasil figura como o 11º produtor de óleo de dendê, sendo os cinco maiores países produtores, em ordem decrescente: Malásia, Indonésia, Nigéria, Tailândia e Colômbia (FAO, 2008). Malásia e Indonésia alternam a liderança enquanto o Brasil está em franca ascensão, saindo de 19º maior produtor, em 1968, para 11º, em 2007. Espera-se que, com sua atual expansão, seu posicionamento mundial deverá evoluir mais e mais, em um futuro muito próximo.

O maior produtor brasileiro de dendê é o estado do Pará, que responde por 82% da oferta nacional, com projeção de intensa expansão, em curto prazo. Empresas como Petrobrás e Vale encontram-se atualmente em fase de compra de terras, estruturação de parcerias com pequenos produtores e plantio da cultura, com vistas à produção de biocombustível; juntas prevêem investimentos na ordem de bilhões de reais.

1.2.3. O resíduo do Dendê- Torta de amêndoa de dendê

A utilização de subprodutos agroindustriais regionais na alimentação animal aparece como uma solução ideal para a melhora do valor nutritivo das dietas fornecidas, pois além de proporcionar o aproveitamento racional de recursos disponíveis, torna mais econômico o sistema como um todo (Rodrigues et al., 1994).

A exploração de bovinos e bubalinos no Estado do Pará caracteriza-se por um sistema extensivo de criação, com fornecimento exclusivo de alimentos volumosos, em pastagens nativas ou cultivadas de baixa qualidade, dificilmente acrescidas de capineiras e silagens. Em função disso, os índices produtivos regionais ainda são baixos e por vezes desinteressantes.

Segundo Rodrigues Filho et al. (1994), a alimentação aparece como um dos principais componentes para a melhoria desses índices. Uma alternativa para a correção dessa deficiência seria o fornecimento de alimentos com melhor valor nutritivo. Essa prática tem-se mostrado onerosa para o estado do Pará, pois boa parte dos insumos é importada de outras regiões.

Neste contexto, a torta de amêndoa de dendê (TAD) (Anexo I, figura 4) destaca-se por ser produzida em grande quantidade, cerca de 20 mil toneladas anuais, estar disponível ao longo do ano e de ser encontrada no mercado a preços menores que os outros insumos de utilização tradicional (Rodrigues Filho et al., 2001). Possui composição química média em torno de 48% de carboidratos, 3% de óleo, 19% de proteínas, 11% de água e 4% de cinzas (Viegas et al., 2000), sendo seu percentual de proteína bruta (PB) superior em relação aos resíduos agroindustriais do açaí (10,85 %), do maracujá (6,65%) e da palha de vagem de caupi (5,46%) (Rodrigues Filho et al., 1987).

Rodrigues Filho et al. (1998), estudando a composição química da TAD produzida na região nordeste do estado do Pará, identificaram variações no teor da PB entre 6,98 a 16,81% e do extrato etéreo (EE) de 3,63 a 20,35%. AFRIS (2006) informou valores de PB de 15,8% (extraído mecanicamente) a 20,4% (extraído por solventes), com níveis de EE variando de 8,3% (solvente) a 23% (mecanicamente) para TAD na Malásia. Neste trabalho, a digestibilidade em ovinos foi de 59,9% em 48 horas, possuindo 13 aminoácidos descritos no trabalho, onde se pode destacar (em valores percentuais da PB): a Arginina (13,9%), Glicina (4,8%), Lisina (3,7%) e Metionina (2,7%).

Moreira (1995) concluiu que 80% do farelo de palmiste foi degradado no rúmen até o tempo de incubação por 48 horas, e que não teve os coeficientes de digestibilidade intestinal da PB influenciada pela incubação ruminal.

AFRIS (2006) informou que a TAD não é aceita por todos os tipos de animais, e, que, misturada em dietas sua falta de palatabilidade não é um problema, concluindo que a TAD extraída por solvente é de pior palatabilidade quando comparada com a extraída mecanicamente. Com certos cuidados, a TAD é segura e pode ser administrada imediatamente após a fabricação.

A TAD é amplamente utilizada em países situados na Ásia e na África, e tende a produzir uma manteiga firme quando fornecida para o rebanho leiteiro (AFRIS, 2006). Segundo o trabalho, a TAD pode ser adicionada na proporção de 2 a 5 Kg por dia em rebanho adulto, sem especificação quanto a raça ou peso vivo dos animais.

Os estudos realizados visando à compreensão da TAD na alimentação animal ainda são poucos, principalmente no Brasil. Uma das complicações é que os resultados são dependentes da composição da TAD, que varia conforme a extração. Em função desse problema, optou-se por estudar a planta industrial do dendê e possíveis fatores atuantes na determinação da qualidade da torta final (vide capítulo dois).

1.2.4. Rentabilidade do dendê e da TAD e preço da TAD (comunicação pessoal, 2010)³

O fruto do dendê rende aproximadamente: 19,50% de óleo de palma, 2% de óleo de palmiste, 12% de nozes, 6,50% de Amêndoas, 6% de casca de nozes, 2,50% de torta e 51,50% de efluentes, cachos vazios e outros (Anexo I, figura 11).

As amêndoas rendem cerca de 39,50% de óleo de palmiste (PKO), 49% de torta e 11,50% de impurezas.

Um hectare de dendê produz em média 500 quilos de torta por ano.

O preço da torta encontra-se em alta. Entre julho e outubro de 2010 seu valor de mercado variou entre R\$ 250 a 300 por tonelada, afora o frete (ou U\$ 138 a 166/tonelada,

³ Comunicação pessoal. GOMES, L e MIYAGAWA, E.Y – PALMASA SA. Agroindustrial Palmasa. Rod. Pa 320, km 37, Igarapé Açu, PA, 2010 /YOKOYAMA, R. – DENPASA. Rod. Augusto Meira Filho, Km 09, Santa Bárbara do Pará, 2010 / SOUSA, H. S. – AGROPALMA – Rod. Artur Bernardes, 5555, Belém, Pará, 2010.

com dólar a R\$1,80). O fator que mais afeta o preço da TAD é a disponibilidade de dendê para a indústria, que é menor entre março e setembro (Comunicação pessoal, 2010)³.

Atualmente, o produtor ainda pode se deparar com uma falta de TAD no mercado; porém, com a expansão da produção local associada à introdução de novas empresas no mercado, a projeção é que esse cenário altere em médio prazo. O que dependerá, também da proporcionalidade da procura pelo produto.

A importância que a TAD pode representar para a pecuária do estado do Pará será melhor visualizada ao longo desse trabalho, contudo, para uma melhor contextualização do problema fez-se imperativo a ilustração do ambiente no qual o Pará está situado, ou seja, a região Amazônica.

1.3. Amazônia

Devido à importância do dendê para a sustentabilidade da Floresta Amazônica, mencionada nos itens 1.1 e 1.2, fez-se necessário um breve detalhamento da região em questão, procurando destacar as diversas nomenclaturas vigentes, assim como pontuar questões importantes inerentes a mesma, como: biodiversidade, mudança climática e áreas degradadas, visando situar a torta de dendê e seu potencial de utilização nesse contexto.

1.3.1. Região Amazônica do Brasil ou Amazônia Legal

Em 1953, houve a promulgação da lei 1.806 (06/01/1953) que acrescentava à Amazônia Brasileira, partes dos estados do Maranhão, Goiás (hoje, Tocantins), e Mato Grosso. Com esse dispositivo legal a Amazônia Brasileira passou a ser chamada de Amazônia Legal, fruto de um conceito político e não geográfico. A Amazônia legal surgiu pela necessidade do governo de planejar e promover o desenvolvimento da região em 1966, data essa que ficaram especificados os limites regionais de cada estado dentro do bioma Amazônico (PARÁ, 2010).

Comumente confundida com o termo Floresta Amazônica, a Região Amazônica do Brasil, ou região geoeconômica da Amazônia, ou Amazônia Legal ou ainda Complexo regional Amazônico compreende todos os estados da região Norte do Brasil, excetuando-se o extremo sul de Tocantins, quase a totalidade do estado do Mato Grosso e o oeste do Maranhão. A área aproximada da Amazônia Legal é de 5,1 milhões de Km² ou cerca de 60% do território brasileiro.

1.3.2. Amazônia Continental ou Bioma Amazônico ou Floresta Amazônica ou Amazônia

Os termos Amazônia Continental, Bioma Amazônico, Floresta Amazônica ou simplesmente Amazônia são sinônimos. O Bioma Amazônico engloba nove estados brasileiros: Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins e nove países da América do Sul: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela (Anexo I, figura 5).

A área total da Amazônia é de aproximadamente 7 milhões de km², cerca de 56% das florestas tropicais da Terra; o que lhe confere o título de maior floresta do mundo. Por situar-se na região tropical possui intensas trocas de energia entre sua superfície continental e a atmosfera. Mudanças em seus ecossistemas podem, em função dessas trocas de energia, provocar impactos na circulação atmosférica e no transporte de umidade, com conseqüências em larga escala no ciclo hidrológico (Manzi, 2008).

A Amazônia é cortada pelo rio Amazonas e por milhares de afluentes, que juntos representam a maior rede fluvial do mundo, com aproximadamente 20% de toda a água doce lançada nos oceanos, com descarga de cerca de 200.000 a 220.000 m³s⁻¹ (Manzi, 2008).

Segundo Manzi (2008) as taxas médias de evapotranspiração da bacia variam conforme região e época do ano, oscilando entre 3,6 a 3,9 mm/dia na região de Manaus e 3,5mm/dia em Santarém, uma das regiões mais secas da Amazônia. Ainda, segundo o autor, nem toda a precipitação da região advém da evapotranspiração, na verdade apenas 55 a 60% têm sua origem na evapotranspiração da floresta, o restante, advém de fora da região, notadamente do oceano Atlântico, pelos ventos alísios, cujas chuvas anuais representam cerca

de duas vezes a evapotranspiração, o que situa a Amazônia como exportadora de umidade, cuja quantidade significativa é transportada em direção ao sul da América do Sul e o restante em direção ao oceano Pacífico e Caribe.

1.3.2.1. Mudanças Climáticas

A partir do exposto, pode-se começar a visualizar o contexto da TAD na região, ou seja, com a substituição de florestas por pastagens há a redução da taxa anual de evapotranspiração, que modifica a circulação atmosférica local e remotamente. Sendo assim, qualquer alimento que possa ser utilizado na suplementação de ruminantes na Região Amazônica, em quantidade suficiente para reduzir a necessidade de pastagens deve ser conhecido e imediatamente aplicado, visando o bem estar não apenas dos animais, mas como de toda uma população já nascida e ainda por nascer.

Alguns estudos preliminares indicam que há sim impactos causados pelo desmatamento da Amazônia sobre o clima regional, com resultados encontrados de reduções anuais de 5 a 20% na precipitação, de 20 a 30% na evapotranspiração e aumento de 1 a 4°C na temperatura do ar próximo à superfície (Manzi, 2008). A área desmatada da Floresta Amazônica no estado do Pará, até 2009, pode ser visualizada no Anexo I, figura 6.

Relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) indicam aumento de temperatura por todo o planeta, mais severamente sobre os continentes do que nos oceanos e um aumento do nível dos oceanos, com aumento de chuvas em áreas castigadas pelo excesso de chuva assim como diminuição nas regiões escassas da mesma. Segundo o IPCC haverá aumento na frequência e na intensidade de eventos extremos, como: furacões, inundações e secas prolongadas. Vários trabalhos projetam a savanização da Amazônia, baseados nos resultados climáticos do Centro Hadley do Reino Unido (Manzi, 2008).

Estudos podem reduzir as incertezas dos impactos das mudanças climáticas globais sobre a Amazônia, mas já se podem conjecturar as seguintes informações sobre esse bioma, a partir de estudos realizados por diversos autores e listados por Manzi (2008):

A Amazônia:

a) Seqüestra parte do excesso de gás carbônico da atmosfera, estimado entre 300 a 600 milhões de toneladas/ano nas últimas três décadas. A emissão por desflorestamento na década de 1990 variou de 112 a 400 milhões de toneladas de carbono/ano. Há, portanto, mais seqüestro de carbono pelas florestas naturais do que emissões por queimadas e desflorestamentos.

b) Possui estoque de carbono de aproximadamente 100 bilhões de toneladas, ou 14 vezes as emissões anuais globais pela utilização de combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural) e 60 vezes as emissões por desflorestamento de todo o planeta.

c) Sua conservação favorece um cenário mundial, não apenas pela questão do seqüestro de carbono, mas também pela manutenção da qualidade da água, sugerindo o autor o pagamento por seus serviços ambientais prestados.

d) Possui riquíssima diversidade biológica. Que pode beneficiar a humanidade na geração de alimentos, fármacos, cosméticos e energia, mas que pode ser perdida em função dos impactos das mudanças climáticas.

e) O aquecimento global e as mudanças climáticas provocadas pelo consumo de combustíveis fósseis e pelo desflorestamento são inevitáveis, e é certo que a Amazônia ficará mais quente, com aumento de 4 a 5°C até o fim do século.

f) Governos, comunidades, empresários e indivíduos devem considerar soluções de atenuação e também a adaptação a elas, soluções essas que levem a drástica redução das emissões de gás de efeito estufa (GEE). Assim como áreas degradadas ou abandonadas podem ser recuperadas e destinadas a várias atividades lucrativas.

g) Segundo o autor “as mudanças climáticas afetarão todos os setores da economia e da sociedade. É necessário ampliar a capacidade das instituições de ensino e pesquisa da região para fazer frente ao desafio do seu desenvolvimento. Para isso é imprescindível a

ampliação dos investimentos em pelo menos uma ou duas ordens de grandeza nos próximos anos...No caso da Amazônia, a principal ação de atenuação do aquecimento global é a manutenção a floresta em pé.”

Soares Neto (2008) informa que a Amazônia não está imune às mudanças climáticas globais e que o atual modelo econômico está se expandindo, de forma equivocada, com a conversão em larga escala da floresta em pastagens, plantações de soja e provavelmente cana ou monocultura para biodiesel no futuro próximo, e que o plantio visando produção de biocombustível está intrinsecamente ligado a áreas já desmatadas e/ou degradadas, tornando a pecuária, assim, a grande vilã do problema.

Vale destacar que o plantio de cana não é permitido em solos amazônicos.

A partir do exposto, pode-se novamente destacar a TAD, como uma ferramenta aliada a preservação da floresta, particularmente no estado do Pará.

1.3.2.2. Biodiversidade

Quantificar a biodiversidade amazônica ainda não é uma tarefa possível. Sabe-se que a maior parte da mesma ainda está por ser estudada. Entretanto já é conhecido que seu bioma somado ao da Mata Atlântica (100 mil Km²) possui cerca de 10 a 20% dos 1,5 milhões de espécies animais e vegetais já catalogados no mundo. Ambos os biomas possuem cerca de 55 mil espécies de plantas com sementes, 502 espécies de mamíferos, 1.677 de aves, 600 de anfíbios e 2.657 de peixes ou aproximadamente 22%, 10,8%, 17,2%, 15% e 10,7% das espécies já conhecidas no planeta (Capobianco, 2001). E muito mais ainda está por ser descoberto!

Afora a riqueza natural, há na Amazônia legal uma diversidade cultural com cerca de 170 povos indígenas, 357 comunidades remanescentes dos quilombos e milhares de comunidades de seringueiros, castanheiros, ribeirinhos, babuqueiros, etc (Capobianco, 2001). Com certeza, os principais responsáveis pela preservação da floresta até a atualidade.

Capobianco (2001) informa que esse patrimônio socioambiental brasileiro chegou ao ano 2000 com suas características relativamente bem preservadas, mas que segundo dados do INPE já se havia perdido cerca de 570 mil km² de florestas até 2001, por desmatamento, em uma média de 17,6 mil km²/ano de desmatamento, e que se continuar nesse ritmo em pouco mais de 30 anos será dobrada a área que levou 500 anos para ser eliminada.

Foram identificadas em 2001, 385 áreas prioritárias para a biodiversidade na Amazônia Legal, indicando as ações mais importantes a serem tomadas a curto, médio e longo prazos, mostrando que a região não está desamparada científica ou politicamente. Essas informações podem ser consultadas em Capobianco (2001). Nessa compilação pode-se destacar o relato de alguns autores, como:

- Overal (2001) que relata alguns invertebrados estudados em pequenas regiões da Amazônia, onde foi possível encontrar (em número de espécies): 1.800 borboletas, mais de 3 mil formigas, entre 2.500 e 3 mil abelhas, mais de 220 marimbondos, 99 cupins em apenas 20km² e mais de 500 aranhas, dentre outros;

- Bartem (2001) que informa haver na Amazônia legal cerca de 1.300 espécies de peixes já conhecidas;

- Azevedo-Ramos e Galatii (2001) que citam 163 espécies de anfíbios;

- Vogt et al. (2001) que citam 550 espécies de répteis registradas, destacando três tartarugas marinhas, duas terrestres e 14 de água doce; quatro espécies de jacarés e 300 espécies de serpentes. Segundo os autores a maioria das espécies está mais bem protegida se comparada com as de outras partes do mundo;

- Oren (2001) que informa haver cerca de 1.000 espécies de aves, em que 15 estão ameaçadas de extinção e 11 potencialmente ameaçadas;

- Silva et al. (2001) que relatam que 311 espécies de mamíferos já são conhecidas.

- Nelson e Oliveira (2001) que relatam cerca de 3000 espécies vegetais analisadas até o momento. Os autores destacam que o conhecido advém de vários estudos, mas que cada um quantifica apenas pequenas áreas.

A área botânica causa calorosas discussões. Em 29/10/2010 foi assinado o tratado de Nagoya, em que 193 países concordaram que os recursos genéticos presentes no território de cada país pertencem a ele e não podem ser explorados sem autorização.

Segundo Nogueira (2010) 70% de todos os medicamentos introduzidos no mercado em 25 anos foram derivados de produtos naturais, onde, segundo o autor, a floresta fabrica drogas com mais eficiência do que os humanos, concluindo que a Amazônia é um verdadeiro “pré-sal” no meio do mato.

1.4. Estado do Pará

O Estado do Pará é o segundo maior estado brasileiro, com área de 1.247.689,515 km², o que representa 14,6% do território nacional. 57% do território paraense encontram-se em área protegida e, portanto, não disponível para a atividade agropecuária (Pará, 2010b). Seu clima é o quente e úmido. Dados do INMET (2010) demonstram que ao longo de 30 anos a variação da temperatura, ao longo do ano, permaneceu praticamente constante (Anexo I-Figuras 7 a 10).

O Pará possui a maior reserva mineral do planeta; o maior potencial hidrelétrico do Brasil; mais de 70 mil km² de plataforma continental, com mais de 60 praias; a maior ilha flúvio-marítima do mundo (Marajó), além do maior rebanho bubalino das Américas (Pará, 2010b).

O Zoneamento Ecológico Econômico determina quais municípios deverão manter 50 ou 80% de preservação ambiental, em suas propriedades rurais. Porém, independentemente do percentual de reserva ambiental determinado, o conhecimento de alternativas nutricionais para a produção animal, visando não apenas o aumento de índices produtivos como também a conservação do meio ambiente faz-se necessário para evitar a abertura de novas áreas via

desmatamento, o quê, no caso do estado do Pará, refere-se ao desmatamento da floresta Amazônica.

O Pará possui a maior produção de dendê do Brasil, assim como o maior rebanho de búfalos das Américas. A necessidade do conhecimento sobre o aproveitamento dos búfalos ao subproduto do dendê, em sua alimentação, foi motivada a partir dessas estatísticas. E expostos os benefícios do subproduto do dendê e do ambiente ao qual se enquadra (região Amazônica) expor-se-á, a seguir, alguns detalhes sobre a espécie bubalina.

1.5. Os búfalos

1.5.1. Classificação, origem e domesticação

Os búfalos são pertencentes à família Bovidae, subfamília Bovinae, gênero *Bubalus* e espécie *bubalis*, compreendem as variedades bubalis, kerebau e fulvus.

Informações precisas sobre origem e período de domesticação estão perdidas na história. Sabe-se que são originados da Ásia, principalmente da Índia, cuja localização geográfica encontra-se entre os paralelos 2° Sul da linha equatorial (Zona Tropical) e 31° Norte (Zona Temperada), o que sugere boa adaptação ao clima quente e úmido. Segundo Bhat (1992) características como: chifres crescente, pele grossa, focinho largo e baixo e cabeças baixamente carregadas são representativas de 5.000 anos atrás, no Vale do Indo, o que sugere que o búfalo foi domesticado, na Índia, por volta desse período.

A domesticação de búfalos de pântano ocorreu há cerca de 4.000 anos, na China. A partir da Índia e da China ocorreu à difusão desses animais tanto ao leste quanto ao oeste. Essa espécie foi levada ao Egito pelos árabes, no século nono e os de rio introduzidos na Europa por peregrinos e por cruzadas, quando em retorno da Terra Sagrada, durante a idade média (Bhat, 1992).

Os búfalos domésticos podem ser classificados como tipo rio ou tipo pântano. Apesar de pertencerem à mesma espécie, possuem habitats diferentes. Os búfalos do tipo pântano

possuem 48 cromossomos, enquanto os de rio 50; eles podem cruzar e produzir descendentes híbridos férteis.

Os búfalos de pântano são basicamente utilizados para trabalho e produção de carne e são encontrados na Ásia, Rússia, Brasil, Itália e alguns países do leste europeu (Bhat, 1992). Os de rio são animais dóceis, criados com o objetivo de produção de carne e/ou leite. No Brasil, as raças de búfalos do tipo rio, são: Mediterrâneo, Múrrah e Jafarabadi enquanto o do tipo pântano: o Carabao ou Rosilho.

Na Índia, o búfalo não é considerado um animal sagrado, em oposição à vaca. Nesse país a vaca é vista solta pelas ruas e causar sua morte é considerado crime, punido com prisão. Shiva, um dos deuses mais populares do país, estabelece a vaca como montaria. Segundo UOL MAIS (2010) na crença hinduísta muitos deuses têm animais como montarias, que acabam ganhando status de animal sacro. Por isso, Nandi, a vaca de Shiva é idolatrada, e, segundo a crença, ela estaria representada em cada vaca que habita a Índia. Além de carregar Shiva, o bovino seria responsável também por controlar os impulsos de Shiva, ente responsável pela renovação. Segundo UOL MAIS (2010) a vaca ganhou importância como animal sagrado porque Shiva é um dos poucos, entre os cerca de 30 mil deuses do hinduísmo, que é adorado em toda a Índia. A maioria dos deuses é reverenciada em apenas determinadas regiões. Por outro lado, para o hindu, o búfalo representa o demônio, impossível de ser derrotado.

Durga, uma forma feroz da deusa Mãe, mãe de Ganesha e esposa de Shiva é conhecida como a caçadora de demônios. Após receber de cada deus sua arma mais poderosa, Durga teria tentado matar o demônio búfalo. Durga é representada prestes a enterrar sua espada em um búfalo. Há também informações que, para os indianos, o búfalo representaria a morte enquanto a vaca estaria ligada ao deus mais importante⁴. Portanto, o búfalo, na Índia, é um animal comercial, vendido e consumido.

⁴ Comunicação Pessoal. Dr. C.S. Thomas - DeLaval Company, Índia. V Simpósio de Búfalos das Américas/IV Europe and America's Buffalo Symposium, 12 a 14 de agosto de 2009, Pedro Leopoldo, MG, Brasil.

1.5.2. Situação mundial e brasileira dos búfalos e características relevantes de seus produtos

O efetivo bubalino mundial é de 188.306.103 cabeças (FAO, 2009). O crescimento do rebanho dessa espécie é lento e por vezes pouco perceptivo. Apesar de trabalhos serem publicados demonstrando seu crescimento percentual, o seu crescimento real, em número de cabeças ainda não despertou interesse de grandes empresas, principalmente as voltadas para o mercado de saúde (medicamentos e vacinas) e nutrição (suplementação); o que força o produtor bubalino a utilizar produtos desenvolvidos para bovinos.

Apesar do pouco conhecimento por parte de produtores da espécie em estudo, observou-se um aumento do rebanho bubalino mundial de 12%, 22,42% 11,42% e 16,04% entre as décadas de 69 a 79, 79 a 89, 89 a 99, 99 a 2009, respectivamente, e de 77,27% no período de 1969 a 2009. O incremento em valores percentuais da produção nacional foi ainda mais surpreendente, porém em valores reais o crescimento demonstrou uma lentidão difícil de ser compreendida, frente aos altos índices de natalidade dos bubalinos (Tabela 1).

Tabela 1: Efetivo bubalino e bovino mundial e brasileiro nos anos 1969, 1979, 1989, 1999 e 2009 e variação do efetivo por período (FAO, 2009).

Total Efetivo (cabeças)				
Ano	Brasil		Mundo	
	Bubalinos	Bovinos	Bubalinos	Bovinos
1969	106.000	72.965.856	106.224.772	1.069.887.690
1979	474.000	109.177.488	118.973.623	1.211.069.690
1989	1.285.043	144.154.096	145.643.417	1.289.950.644
1999	1.068.059	164.621.040	162.276.957	1.312.717.311
2009	1.160.000	204.500.000	188.306.103	1.382.241.378
Variação percentual*				
Período	Brasil		Mundo	
	Bubalinos	Bovinos	Bubalinos	Bovinos
1969-1979	347,17%	49,63%	12,00%	13,20%
1979-1989	171,11%	32,04%	22,42%	6,51%
1989-1999	-16,89%	14,20%	11,42%	1,76%
1999-2009	8,61%	24,22%	16,04%	5,30%
1969-2009	994,34%	180,27%	77,27%	29,19%

* Calculado a partir dos dados da FAO (2009).

De modo geral o crescimento do rebanho bubalino foi superior ao bovino em 48,08% e 814,07% em nível mundial e nacional, respectivamente, nos últimos 40 anos (1969-2009). Vale ressaltar que essa análise se dá em termos percentuais, já que, em termos reais, o efetivo bubalino ainda é inexpressivo frente ao bovino.

Para se visualizar a fragilidade do efetivo bubalino pode-se mencionar a grande catástrofe natural de dezembro de 2004, quando um devastador tsunami assolou países do oriente; nessa ocasião 61.561 cabeças de búfalos foram perdidas na Indonésia e 2.783 na Tailândia⁵. Segundo dados da FAO a Indonésia e a Tailândia passaram de quarto e quinto maiores produtores de búfalos do mundo em 2004 para nono e décimo em 2006, respectivamente; mesmo apesar de muitos búfalos terem aparentemente conseguido sobreviver, possivelmente pela sua capacidade de nadar para zonas fora de perigo (FAOb, 2005). Outras causas também refletiram a redução do efetivo desses países, onde a principal parece ter sido a utilização de tratores na agricultura em substituição a tração animal, previamente realizada por búfalos (Comunicação pessoal, 2009)⁶.

Nas Filipinas houve igual substituição de bubalinos por micro tratores, incentivada por japoneses, grandes importadores do arroz filipino. Contudo, em pouco tempo, os produtores que utilizavam os búfalos para tração, para alimentação de suas famílias ou como fonte de renda com animais de descarte, depararam-se com equipamentos necessitando de substituição ou manutenção. Com isso, além dos produtores não possuírem mais as fontes alternativas de renda, advindas dos búfalos, ainda viram-se diante de um cenário desfavorável frente ao arroz, que em função da maior produtividade alcançada pela mecanização, culminou com excesso de oferta, deixando os produtores descapitalizados. Assim os agricultores passaram a abandonar a atividade, migraram para as cidades e colocaram em risco o fornecimento de arroz ao Japão. Em função do exposto o país resolveu rever sua estratégia e estimular a volta dos búfalos no plantio de arroz financiando não só sua aquisição, mas desenvolvendo um

⁵ Informações consultadas pela autora no site da FAO em 09/06/2005. Essas informações eram alteradas mensalmente, conforme novos levantamentos, e não mais se encontram disponíveis para consultas online.

⁶ Wanapat, M. Comunicação pessoal, 2009. V Simpósio de Búfalos das Américas.

amplo programa de cruzamentos com búfalos de rio, visando elevar a produtividade do rebanho filipino, tanto para corte quanto para leite (comunicação pessoal, 2010)⁷.

Os 16 maiores criadores de bubalinos no mundo podem ser visualizados na tabela 2, com seus respectivos efetivos de 1969 e 2009, assim como a representabilidade de cada país frente ao efetivo mundial de 2009.

Tabela 2: Países maiores criadores de búfalos e efetivo mundial nos anos de 1979 e 2009; percentual de cada país em relação ao total mundial em 2009 e variação do efetivo dos países no período (FAO, 2009).

País	Efetivo Bubalino/ ano		% País/Mundo (2009)**	Variação/ País (1979-2009)**
	2009	1979		
India	106.630.000	64.680.000	56,63	64,86%
Paquistão	29.900.000	11.305.000	15,88	164,48%
China	23.703.909	17.794.812	12,59	33,21%
Nepal	4.680.486	2.200.000	2,49	112,75%
Egito	4.000.000	2.321.413	2,12	72,31%
Filipinas	3.321.000	2.803.260	1,76	18,47%
Vietname	2.886.600	2.293.000	1,53	25,89%
Indonésia	1.925.140	2.432.000	1,02	-20,84%
Tailândia	1.670.511	6.027.895	0,89	-72,29%
Bangladesh	1.300.000	529.000	0,69	145,75%
Brasil	1.160.000	474.000	0,62	144,73%
Sri Lanka	371.790	843.700	0,20	-55,93%
Itália	307.100	85.100	0,16	260,87%
Azerbaijão	288.832	n.c*	0,15	n.c*
Turquia	86.297	1.023.000	0,05	-91,56%
Georgia	17.000	n.c*	0,01	n.c*
Mundo	188.306.103	106.224.772		77,27%

*n.c.- Não Consta nos dados da FAO.

** Dados calculados a partir dos dados da FAO de 1979 e 2009.

O efetivo bubalino brasileiro é de 1.160.000 cabeças (FAO, 2009), representando 0,62% do rebanho mundial. Mesmo com esse pequeno efetivo, o Brasil é o maior criador de búfalos das Américas.

⁷ Bernardes, O. Comunicação pessoal, 2010. Lista de discussão de búfalos.... Baseado em informações do Dr. Libertado Cruz, diretor do PCC (Philippine Carabao Center).

A região Norte possui cerca de 65 % do rebanho nacional total. O estado do Pará é o maior produtor de búfalos do Brasil, com um total de 341.933 cabeças, seguido pelo Amapá, com 153.473 cabeças. Juntos o Pará e o Amapá representam 58 % de todo o rebanho nacional.

As regiões Norte e Nordeste tiveram seus rebanhos de búfalos aumentados nos últimos anos, porém, nas demais regiões houve redução, de um modo geral. Os estados que mais cresceram foram o Pará, Amapá e São Paulo, enquanto os que mais decresceram foram Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Rio Grande do Sul (Ramos Filho, 2009).

São encontradas as seguintes raças no Brasil: Múrrah, Mediterrâneo, Jafarabadi e Carabao. Os primeiros exemplares foram introduzidos no século passado, por animais da raça Carabao, procedentes de um navio naufragado próximo ao litoral da ilha do Marajó, que tinha por destino o Caribe (Cardoso, 2008). Em 1895 houve a primeira importação oficial de búfalos da raça mediterrânea no estado do Pará (Vale, 2002).

A principal atividade da cadeia bubalina ainda é a produção de carne. Em muitas localidades os produtores começam a se especializar para a produção de leite; a maior produção de leite comercializada encontra-se na região Sudeste.

O Pará possui diversos entraves para a produção de leite de búfala, que foram relatadas por Barbosa (2005). Segundo essa autora houve uma produção de 11.617 mil litros de leite no arquipélago do Marajó em 2003, com produção média estimada de 2,08 litros por animal. A autora informa ainda que há exemplares com melhores níveis produção de leite no arquipélago, mesmo quando criados à pasto e sem suplementação, citando casos de produção de cerca de 10 quilos de leite/animal/dia, no início da lactação.

Basicamente o que há no estado do Pará em relação aos bubalinos é falta de informação e de apoio logístico, por parte dos órgãos públicos, aliadas a baixa capacidade de investimentos e certo isolamento, por parte dos produtores.

A falta de estrutura e/ou informação acerca dessa espécie animal é uma questão meramente humana. O búfalo produz carne e leite de excepcionais qualidades, que podem efetivamente contribuir com a nutrição humana; contribuindo não apenas com o bolso do

produtor, mas também com a saúde de quem os porventura consumir. Há um slogan utilizado pela Cooperbúfalo, e que é de propriedade da ASCRIBU (ambas no estado do Rio Grande do Sul); criado pelo falecido produtor Getúlio Marcantonio, ex secretário de agricultura do estado, que sintetiza de modo simples, mas excepcional, as qualidades do búfalo em uma única frase: *Búfalo, + em tudo*.

Os búfalos exibem produtividade economicamente superior aos zebuínos, cada litro de leite é produzido à menor custo, com uma produção superior as de origem indiana. Os búfalos são ainda mais rústicos e apresentam melhor aproveitamento de forragens de baixa qualidade, se adaptando a condições adversas climáticas, com uma boa resistência a doenças (Nascimento e Carvalho, 1993).

O bubalino, além de produzir carne e leite, possui também uma terceira finalidade, muito importante em grande parte da Ásia, que é a de tração animal, pois possui características importantes para tal, como: docilidade, obediência, cascos largos, flexibilidade das juntas das patas e força descomunal, sendo denominado de “trator vivo do Oriente” (Nascimento e Carvalho, 1993). Segundo os autores a funcionalidade pode ser tanto para tração de implementos quanto para condução de carroça, onde em geral, um animal adulto macho pode tracionar 1200 Kg de carga, a aproximadamente três Km/hora.

A carne e o leite bubalinos são considerados nutracêuticos, uma vez que suas características são nutritivas e terapêuticas, por possuírem, dentre outros, maiores teores de proteína e CLA (ácido linoléico conjugado). O CLA é considerado um princípio anticancerígeno e é melhor esclarecido no item 6.2.3.

A carne bubalina é mais nutritiva do que a de bovino, pois possui 40% menos colesterol, 55% menos calorias, 12 vezes menos gordura (sem perder valor nutritivo e maciez), 11% mais proteína, 10% mais minerais (Rodrigues e Andrade, 2004). Recentemente uma nova linha de pesquisa vem demonstrando que essa espécie possui também teores mais elevados de CLA (ácido linoléico conjugado).

Quanto à produção de carne, uma desvantagem do búfalo é possuir couro, ossos e

vísceras mais pesados do que o bovino o que lhe confere rendimento de carcaça normalmente inferior, quando não corrigido para a idade.

Segundo Jorge (2004), o rendimento de carcaça dessa espécie é cerca de 5% menor do que bovinos em virtude dos pesos da cabeça, couro e TGI; mas, de modo geral, esse menor rendimento está situado na porção dianteira da carcaça. O ganho de peso médio diário em animais confinados de bubalinos é superior aos bovinos (1,180 *versus* 0,619) e atingem peso ao abate mais precocemente do que bovinos. Apesar dessa espécie não ser fenotipicamente selecionada para essa finalidade, possui carcaça com características de produção de carne e de deposição de gordura similar ao do bovino (Angulo et. al, 2002).

Segundo Amaral et al. (2005) embora a produção mundial de leite de vacas seja superior a produção de leite de búfalas (501,5 milhões de toneladas de leite de vaca *versus* 70,7 milhões de toneladas de leite de búfalas, em 2002), houve um aumento de 48,52% na produção mundial de leite de búfalas entre 1992 e 2002 contra apenas 8,83% no leite de vaca. Segundo os autores o leite de búfala apresenta algumas peculiaridades em comparação ao leite bovino, como: sabor adocicado, coloração branco opaca, micelas de caseína maiores produzindo coalhadas com menor retenção de água, além de menor concentração total de colesterol (275 mg em leite de búfalas *versus* 330 mg por 100 g de gordura em leite de vacas). Segundo os autores o leite de búfala é de 1,5 a 1,9 vezes mais calórico do que o leite de vacas, com teor de minerais mais rico em Ca (1,99 g por kg *versus* 1,17 g por kg) e Mg (0,18g por kg *versus* 0,11 g por kg) do que o leite de vacas, porém mais pobre em Na, K, e Cl.

De Franciscis e Di Palo, 1994 informam que a relação Ca/P no leite de búfalas é de 1,71, enquanto que no de vacas é de 1,31.

Amaral et al. (2004) informam que há variação dos componentes do leite de búfalas ao longo do ano, com os maiores percentuais para o teor de gordura na primavera e os menores no outono e verão; com maiores percentuais para o teor de proteína no verão e menores, no inverno. Já, segundo os autores, os maiores teores de sólidos totais foram observados na primavera enquanto os menores no outono/inverno.

O leite de búfala possui alto rendimento industrial em função do maior teor de gordura

do mesmo, que pode alcançar teores superiores a 11% de extrato etéreo. Verruma e Salgado (1994) citam teores de gordura de 8,16 para o leite bubalino contra 3,68% para o bovino. Os autores ainda informam que a umidade é inferior no leite bubalino, citando outros teores, como: 204,27 UI de vitamina A, 4,50% proteína bruta e 104,29 calorias por 100 mL.

O leite de búfala possui cerca de 25% mais aminoácidos do que o leite de vaca, podendo-se destacar, por exemplo, a lisina (10,30 vs. 8,22) e leucina (12,61 vs. 8,84), dentre outros. Esse leite é superior em alguns minerais também, como o cálcio, por exemplo (1,88% vs. 1,30) (Verruma e Salgado, 1994).

Além de possuir produtos de melhor qualidade, a produção de búfalos pode ser mais rentável do que a de bovinos, pois, como será melhor detalhado (item 1.5.3), os bubalinos convertem melhor o alimento; adaptam-se a diversas e adversas situações; permitindo sua criação até em locais inapropriados para outras espécies. *O que não significa que as condições difíceis sejam as indicadas à sua criação.*

1.5.3. Características nutricionais e reprodutivas dos bubalinos

Trabalhos indicam que o búfalo converte melhor os alimentos do que os bovinos (Zava, 1984; Marques, 2000) e que possuem enorme potencial para produção de carne (Carvalho, 2000). O búfalo possui índice de conversão alimentar superior também quando em alimentação de baixa qualidade, comparado a espécie bovina (Verruma e Salgado, 1994)

A principal vantagem nutricional do búfalo reside no fato de possuir uma maior eficiência da utilização do material fibroso de uma dieta. Isso porque, por muitas décadas, os búfalos foram alimentados por uma dieta bastante fibrosa, com baixos níveis de proteína e energia, com predominância de gramíneas nativas e por esse motivo desenvolveram adaptações no sistema digestivo, que os permitiu aumentar a eficiência da utilização desse material fibroso (Angulo et. al., 2005).

Bartocci et al. (1997) e Franzolin (1994) indicam que as principais diferenças do trato gastrointestinal (TGI) entre bovinos e bubalinos, são: Tamanho e capacidade, tipo e quantidade de mastigações, contrações ruminiais, ruminação, ecossistema e fermentação

ruminal e digestibilidade e degradabilidade dos nutrientes.

Os bubalinos possuem mesma fórmula dentária dos bovinos, porém os dentes são mais fortes (melhor mastigação de materiais fibrosos) e irrompem das gengivas em idades posteriores (Zava, 1984). A erupção do segundo par de incisivos permanentes acontece com 2 ½ a 3 anos, contra 1 ½ a 2 anos em bovinos, o que permite que o búfalo seja enquadrado na categoria de animal precoce até um ano a mais do que os bovinos, característica que aparentemente não é tão vantajosa, já que o bubalino, em condições adequadas de manejo alimentar, atinge peso para abate mais precocemente do que os bovinos.

Os bubalinos possuem um rúmen-retículo maior (que lhes permite uma maior ingestão de matéria seca), intestino delgado menor e intestino grosso semelhante ao de bovinos (Leão et al., 1985). O tempo de ruminação é menor (425 min/dia) comparados com os bovinos (635 min/dia) em dietas ricas em fibras, devido uma maior força de contração do rúmen e menor velocidade de trânsito do alimento no rúmen (Bartocci et al, 1997). Em função disso os bubalinos gastam 3,5 horas a menos com a ruminação diária, o que lhes libera para novos consumos voluntários de alimentos.

Outra característica importante do TGI dos bubalinos refere-se à taxa de passagem dos alimentos sólidos e líquidos, que no trato, como um todo, é mais lenta do que em bovinos (Bartocci et al., 1997); porém mais rápida no retículo-rúmen, em função da melhor mastigação por parte dos búfalos e da maior degradação da fração fibrosa em seu rúmen (Jalaludin et al 1992).

A taxa de passagem é mais lenta no intestino, o que favorece a absorção dos nutrientes. O tempo médio de retenção no TGI (trato gastrintestinal) é menor nos búfalos, o que permite ao animal ingerir mais alimento.

Sidney e Lyford (1993) relataram que os bubalinos possuem papilas ruminais mais desenvolvidas, ou seja, suas papilas possuem maior superfície de absorção dos produtos da fermentação (NH₃, AGV). Algumas papilas ruminais do búfalo são de tamanho e formatos diferente das dos bovinos, como, por exemplo, as de formato de folha e as redondas.

A eficiência do búfalo na utilização dos carboidratos complexos da parede celular das plantas depende fundamentalmente da eficiência da fermentação produzida pelas diversas espécies de microrganismos existentes no rúmen e do tipo e quantidade de substrato existente no rúmen devido à alimentação do animal, capaz de promover um ambiente ruminal propício ao crescimento e manutenção da população microbiota no rúmen.

A determinação da extensão da habilidade do microbiota em obter energia dos carboidratos complexos da parede celular e o real papel na fermentação ruminal dependem do ambiente existente no rúmen, dos processos metabólicos produzidos nesse ambiente e da dinâmica envolvida na movimentação do conteúdo ruminal (Franzolin, 2001). Segundo o relato do autor, em dietas com forragens, os bubalinos possuem um maior número de bactérias/ml e de fungos/ml e um menor número de protozoários ciliados. Em dietas com cereais, aconteceu o oposto, os búfalos obtiveram maior percentual de protozoários e número igual de bactérias. Em geral há dos búfalos em relação aos bovinos uma maior quantidade de bactérias e fungos que permitem, portanto, uma degradação mais eficiente da parede celular das forragens e da proteína da dieta.

Naga y El-Shazly (1969) informam que os búfalos requerem menos proteína para manutenção do que os bovinos e mesmo recebendo 40% das exigências dos bovinos demonstram balanço positivo, concluindo que há reciclagem da uréia mais eficiente nessa espécie animal.

A partir do exposto pode-se verificar que o búfalo é um animal rústico, que se adapta às mais variadas condições climáticas e de manejo nutricional, mantendo sua produtividade. Entretanto a importância econômica na exploração dos búfalos reside também nas vantagens proporcionadas quanto à fertilidade, longevidade, dentre outros (Vale, 2001).

Quanto à reprodução, os búfalos são considerados por alguns autores como animais poliéstricos sazonais enquanto para outros são poliéstricos contínuos, dependendo da região e do nível nutricional ao qual estão submetidos (Vale et al, 2002). As búfalas apresentam comportamento reprodutivo com estação de monta concentrada no outono e consequente estação de parição concentrada no verão.

O desempenho reprodutivo depende da interação de fatores genéticos e ambientais, sendo a espécie mais susceptível ao segundo. Embora em algumas regiões do mundo, os bubalinos sejam considerados sazonais, o macho dessa espécie parece ser menos susceptível a essas variações. Entretanto, a qualidade do sêmen é afetada quando o animal encontra-se em estresse térmico. Altas temperaturas, manejo deficiente e alimentação desbalanceada levam a qualidade do ejaculado a se deteriorar e perder a qualidade para o congelamento (Vale, 2001).

1.6. Referências Bibliográficas

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R.; CARMO, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. *R. Bras. Zootec.*, v. 37, supl., p. 260-268, 2008.

ANIMAL FEED RESOURCES INFORMATION SYSTEM-AFRIS. *Elaeis guineensis*: African oil palm. 2006. Disponível em:<<http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/afriis/data/501.htm>> Acesso em: 30/04/2006.

AGROPALMA. Entrevista concedida à Maria Amélia Rodrigues da Silva. Belém, fevereiro, 2002.

AMARAL, F.R.; CARVALHO, L.B.; SILVA, N.; BRITO, J.R.F.; SOUZA, G.N. Composição e contagem de células somáticas em leite bubalino na região do Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil. *Rev. Inst. Lat. Cândido Tostes*, v.59, p.37-41, 2004.

AMARAL, F.R.; CARVALHO, L.B.; SILVA, N.; BRITO, J.R.F. Qualidade do leite de búfalas: composição. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.29, n.2, p.106-110, abril/jun. 2005. Disponível em:<<http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/RE022.pdf>> Acesso em: 02/08/2005.

ANGULO, R.A.; RAMÍREZ, J.F.; HURTADO, N.A.; RESTREPO, L.F.; MONTOYA, C.A.; BEDOYA, M.; BERDUGO, J.A. Comparative analysis of the quality of cattle and bufaline carcass marketed in the city of Medellin-Colombia. In: SYMPOSIUM OF AMERICAS, 1,

Belém: ABCB/APCB, 2002. *Proceedings*...p. 532-534.

ANGULO, R.A.; NOGUERA, R.R.; BERDUGO, J.A. El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) un eficiente utilizador de nutrientes: aspectos sobre fermentación y digestión ruminal. *Livestock Research for Rural Development*, v.17, n.6, 2005. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/>> Acesso em: 10/1/2008.

AZEVEDO-RAMOS, C.; GALATTI, U. Relatório técnico sobre a diversidade de anfíbios na Amazônia Brasileira. In: CAPOBIANCA, J.P.R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A. et al. *Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. São Paulo: Estação Liberdade: Instituto Socioambiental, 2001. p. 79-88.

BARBOSA, N.G.S. Bubalinocultura no estado do Pará. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.29, n.1, p. 34-38, 2005. Disponível em: <<http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/RE0193438.pdf>> Acesso em: 10/02/2010.

BARCELOS, E.; PACHECO, A.R.; MÜLLER, A.A.; VIÉGAS, I.J.M.; TINÔCO, P.B. *Dendê: informações básicas para seu cultivo*. Belém: Embrapa-UEPAE/Brasília: EMBRAPA-DDT, 1987. 40p. (Embrapa-UEPAE Belém. Documentos, 1).

BARCELOS, E. *Dendê*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. Disponível em: <<http://www.cpa.embrapa.br/portfolio/sistemadeproducao/dende/>> Acesso em: 05/05/2006.

BARTHEM, R.B. Componente biota aquática. In: CAPOBIANCA, J.P.R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A. et al. *Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. São Paulo: Estação Liberdade: Instituto Socioambiental, 2001. p. 60-78.

BARTOCCI, S.; AMICI, A.; VERNA, M.; TERRAMOCCIA, F.; MARTILLOTTI, F. Solid and fluid passage rate in buffalo, cattle and sheep fed diets with different forage to

concentrate ratios. *Livestock Production Science*, v. 52, p. 201-208, 1997.

BHAT, P.N. Genetics of River Buffaloes. In: TULLOH, N.M; HOLMES, J.H.G. *Buffalo Production*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publishers B.V, 1992. p. 13-94.

BRASIL. Presidência da República. Pará ganha projeto sustentável de produção de biodiesel de dendê. *Blog do Planalto*, Brasília: 2010. Disponível em: <<http://blog.planalto.gov.br/para-ganha-projeto-sustentavel-de-producao-de-biodiesel-de-dende/>>. Acesso em: 20/06/2010.

BRITO, P.E.C.; PINHEIRO, C.A.L.; GOMES, J.M.F. *Cadeia produtiva do dendê (Elaeis guineensis) no Estado do Pará: potencial e perspectivas*. 2000. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. p.8-12.

CAPOBIANCO, J.P.R. Introdução. In: CAPOBIANCA, J.P.R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A. et al. *Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. São Paulo: Estação Liberdade: Instituto Socioambiental, 2001.p.13-15.

CARDOSO, E.C. A potencialidade da Bubalinocultura leiteira na Amazônia. In: CARDOSO, E.C.; VIANA, R.B.; ARAÚJO, C.V.; FERREIRA, G.D.G. *Bubalinocultura Leiteira: uma experiência na Amazônia*. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2008. p.9-21.

CARVALHO, G.M.C. *Avaliação do desenvolvimento ponderal, da espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo (Longissimus dorsi) de búfalos da raça Mediterrânea (Bubalus bubalis) por ultra-sonografia*. 2000. 45p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CORLEY, R.H.V; TINKER, P.B. *The oil palm*. 4.ed. Oxford, Inglaterra: Blackwell Science, 2003. 562 p.

DE FRANCISCIS, G.; DI PALO, R. Buffalo milk production. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 4. São Paulo: Associação Brasileira de Criadores de Búfalos, 1994. *Proceedings...* p.137-145.

DIAS, L.C.; SOUZA, R. L. R. Projeto dendê. In: *Sagri: Plantações satélites*. Belém: Sagri, 1973. 45 p. Mimeografado.

ENRÍQUEZ, G.; SILVA, M.A.; CABRAL, E. *Biodiversidade da Amazônia: usos e potencialidades dos mais importantes produtos naturais do Pará*. Belém: NUMA/UFPA, 2003. 179 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS- FAO. Countries by commodity: palm oil. 2008. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>> Acesso em: 02/06/2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS- FAO. Production: live animals. 2009 Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor>> Acesso em: 02/10/2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS- FAO. *Tsunami Reconstruction: Indonesia Post-Tsunami Consolidated Assessment*. 2005. Disponível em:<<http://www.fao.org/ag/tsunami/assessment/indonesia-assess.html>> Aceso em 05/06/2010.

FRANZOLIN, R. Pesquisas em nutrição de bubalinos. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE BUBALINOCULTURA, 2, Pirassununga: UFMVZ, 2001. Anais...CD-ROM.

FRANZOLIN, R. Feed efficiency: a comparison between cattle and buffalo. *Buffalo Journal*: suppl. 2, p.39-50, 1994.

HALL, D.O.; HOUSE, J.I.; SCRASE, I. Visão Geral de Energia e Biomassa. In: CALLE, F.R. *Uso da Biomassa para produção de energia na Indústria Brasileira*. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2005. p. 25-69.

HOLANDA, A. *Biodiesel e Inclusão Social*. Cadernos de Altos Estudos. Brasília: Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica. n.1, 200 p., 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Banco de dados agregados*. 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=1&i=P&e=l&c=1613>> Acesso em: 20/06/2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. *100 anos de meteorologia no Brasil: Observações*. 2010. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php>> Acesso em: 01/07/2010.

JALALUDIN, S.H.O; ABDULLAH, M.N; KUDO, H. Rumen microorganism in water buffalo. *Buffalo Journal*, v. 8, p. 211-220, 1992.

JORGE, A. M. Produção de Carne Bubalina. In: SIMPOSIO DE BÚFALOS DE LAS AMÉRICAS, 2. Corrientes: Universidad Nacional del Nordeste y Asociación Argentina de Criadores de Búfalos. 2004. *Proceedings...*v. 1, p. 1-25.

LEÃO, M. I.; VALADARES, R. F.; COELHO DA SILVA, J. F.; VALADARES FILHO, S.C.; TORRES, R.A. Biometria do trato digestivo de bubalinos e bovinos. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v. 14, n. 5, p. 559-564, 1985.

MANZI, A.O. Aquecimento global, mudanças climáticas e o futuro da Amazônia. In: *GEEA: Grupo de Estudos Estratégicos Amazônicos. TOMO I: Mudanças Climáticas, água no mundo moderno, biodiversidade amazônica*. Caderno de debates. Manaus: INPA, 2008. p.32-41.

MARQUES, J.R.F. Búfalos: o produtor pergunta a Embrapa responde. Brasília: Embrapa

Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 176p.

MONTEIRO, K.F.G.; SILVA, A.R.F.; Souza, C.T.; Conceição, E.R.; Palheta, R.P. *O Cultivo do Dendê como Alternativa de Produção para a Agricultura Familiar e sua Inserção na Cadeia do Biodiesel no Estado do Pará*. 2006. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/agricultura/CultivoDende.pdf>> Acesso em: 30/06/2010.

MOREIRA, J.F.C. *Degradabilidade ruminal e digestibilidade pós-ruminal de concentrados protéicos, em bovinos*. 1995. 230p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MÜLLER, A.A. *A cultura do dendê*. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 24p. (Embrapa-CPATU, Miscelânea, 5).

MÜLLER, A.A.; VIEGAS, I.J.M.; CELESTINO FILHO, P.; SOUZA, L.A.; SILVA, H.M. *Dendê: problemas e perspectivas na Amazônia*. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1989. 19p. (Documentos, 13).

NAGA, M. A.; EL-SHAZLY, K. Activities of rumen microorganisms in water buffalo and zebu cattle. *J.Dairy Res.*, v 36, n. 1, p. 169-173, 1969.

NASCIMENTO, C.; CARVALHO, L.O.M. *Criação de búfalos: alimentação, manejo, melhoramento e instalações*. Brasília: Embrapa – SPI, 1993. 403 p.

NELSON, B.W.; OLIVEIRA, A.A. Área botânica. In: CAPOBIANCA, J.P.R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A. et al. *Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. São Paulo: Estação Liberdade: Instituto Socioambiental, 2001. p.132-153.

NOGUEIRA, S. *Um pré-sal no meio do mato*. Revista Super interessante: n. 286, Dez/ 2010. p. 25-26.

OREN, D.C. Biogeografia e conservação de aves na região Amazônica. In: CAPOBIANCA, J.P.R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A. et al. *Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. São Paulo: Estação Liberdade: Instituto Socioambiental, 2001. p. 97-109.

OVERAL, W.L. O peso dos invertebrados na balança de conservação biológica da Amazônia. In: CAPOBIANCA, J.P.R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A. et al. *Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. São Paulo: Estação Liberdade: Instituto Socioambiental, 2001. p. 50-59.

PARÁ. Agência de desenvolvimento da Amazônia. Belém: 2010. Disponível em: <http://www.ada.gov.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=61&Itemid=36>. Acesso em: 05/06/2010.

PARÁ. Governo do estado do Pará. O Pará: Meio ambiente. Agência Pará de Notícias, Pará: 2010b. Disponível em: <http://www.pa.gov.br/O_Para/meioambiente.asp>. Acesso em: 12/06/2010.

RAMOS FILHO, F.S.V. Sistemas de produção sustentável de búfalos. In: SIMPÓSIO DE BÚFALOS DAS AMÉRICAS, 5, EUROPE AND AMERICA'S BUFFALO SYMPOSIUM, 4. Pedro Leopoldo, MG, Brazil: CBRA. 2009. *Proceedings ...CD-ROM*. ISSN:2175.

RODRIGES, V.C.; ANDRADE, I.F. Características Físico-Químicas da carne de bubalinos e de bovinos castrados e inteiros. *R. Bras. Zootec.*, n. 6, p. 1839-1849, 2004 (Supl. 1).

RODRIGUES FILHO, J.A.; BATISTA, H.A.M.; CAMARÃO, A.P.; SILVA, E.D. *Composição química e digestibilidade "in vitro" da matéria seca de resíduos agroindustriais no estado do Pará*. Belém: Embrapa-Amazônia Oriental: EMBRAPA-CPATU, 1987. p.1-5. (Embrapa-CPATU Belém. Pesquisa em andamento, 146).

RODRIGUES FILHO, J.A.; CAMARÃO, A.P.; GUIMARÃES, C.M.C. *Consumo voluntário*

e digestibilidade "in vitro" de misturas constituídas parcialmente de subprodutos disponíveis no estado do Pará. Belém: Embrapa-Amazônia Oriental: EMBRAPA-CPATU, 1994. p.1-5. (Embrapa-CPATU Belém. Comunicado Técnico, 76).

RODRIGUES FILHO, J.A.; CAMARÃO, A.P.; AZEVEDO, G.P.C.; BRAGA, E. *Efeito da substituição do farelo de trigo por torta de amêndoa de dendê no consumo voluntário e digestibilidade de misturas suplementares para ruminantes.* Belém: Embrapa-Amazônia Oriental: EMBRAPA-CPATU, 1998. 15p. (Embrapa-CPATU Belém. Boletim de Pesquisa, 190).

RODRIGUES FILHO, J.A.; CAMARÃO, A.P.; AZEVEDO, G.P.C. *Utilização da Torta de Amêndoa de Dendê na alimentação de ruminantes.* Belém: Embrapa-Amazônia Oriental: EMBRAPA-CPATU, 2001. 24p. (Embrapa-CPATU Belém. Documentos, 111).

SIDNEY, J.; LYFORD, JR. Crecimiento y desarrollo del aparato digestivo de los Rumiantes. In: CHUCH, D.C. *El rumiante, fisiología digestiva y nutrición.* Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A. 1993. p. 47-68.

SILVA, M.N.F.; RYLANDS, A.B.; PATTON, J.L. Biogeografia e conservação da mastofauna na floresta Amazônica Brasileira. In: CAPOBIANCA, J.P.R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A. et al. *Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios.* São Paulo: Estação Liberdade: Instituto Socioambiental, 2001. p. 110-131.

SOARES NETO, R.G. Palestra. In: *GEEA: Grupo de Estudos Estratégicos Amazônicos. TOMO I: Mudanças Climáticas, água no mundo moderno, biodiversidade amazônica.* Caderno de debates. Manaus:INPA, 2008. p.63-66.

SURRE, C.; ZILLER, R. *La palmeira de aceite.* Barcelona: Editorial Blume, 1969. 231p. (Colección Agricultura Tropical)

UOL MAIS. *Vaca, Animal sagrado na Índia*. 2010. Disponível em: <<http://mais.uol.com.br/view/87wy04aj5nh5/vacaanimal-sagrado-na-india--irenita-2010-04029B3668D0B963A6>>. Acesso em: 10/08/2010.

VALE, W. G. Alguns aspectos do exame da capacidade reprodutiva em machos bubalinos. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE BUBALINOCULTURA, 2, Pirassununga: UFMVZ, 2001. Anais...CD-ROM.

VALE, W. G. Producción Del búfalo en el Valle del Amazonas. In: CURSO INTERNACIONAL DE REPRODUCCIÓN BUFALLINA. Medellín. 2002. *Proceedings...* p.7-20.

VALE, W. G.; MAGALHÃES, A. N.; CAMELO, A.S.A.; RIBEIRO, H.F.L.; SILVA, A. O. A.; SOUSA, J. S. It is possible to shift the seasonal reproductive patterns in female buffaloes. In: BUFFALO SYMPOSIUM OF AMERICAS, 1. Belém:ABCB. 2002. *Proceedings...*p.474-478.

VALOIS, A. C. C. *Possibilidades da Cultura do Dendê na Amazônia*. Belém: Embrapa-CENARGEN/Brasília: EMBRAPA-DDT, 1997. 7p. (Embrapa-CENARGEN. Brasília. Comunicado Técnico, 19).

VERRUMA, M.R.; SALGADO, J.M. Análise química do leite de búfala em comparação ao leite de vaca. *Science Agriculture*, v. 51, n. 1, p. 131-137, 1994.

VIÉGAS, I.J.; MÜLLER, A.A.. *A cultura do Dendzeiro na Amazônia Brasileira*. Manaus: EMBRAPA-AMAZÔNIA ORIENTAL, 2000. 374p.

VOGT, R.C.; MOREIRA, G.M.; DUARTE, A.C.O.C. Biodiversidade de répteis do bioma floresta Amazônica e ações prioritárias para sua conservação. In: CAPOBIANCA, J.P.R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A. et al. *Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. São Paulo: Estação Liberdade: Instituto Socioambiental, 2001. p. 89-96.

ZANATTA, M. *Governo tenta turbinar óleo de palma*. Jornal Valor Econômico, 05/05/2010.

ZAVA, M.A.R.A. *Produção de búfalos*. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1984. 256p.

Capítulo 2: Estudo de composição e Processo Industrial da Torta de Amêndoa de Dendê

2.1. Introdução

O fator mais limitante para a adequada indicação da utilização da TAD, para fins de nutrição animal, é sua falta de padronização. A cada nova fornada um novo produto parece ter sido fabricado.

Dentre os itens variáveis, o que normalmente mais oscila é o teor de gordura (extrato etéreo), especialmente se na indústria houver a necessidade de intervenção humana no ajuste de prensas.

Uma torta com alto teor de extrato etéreo é inadequada tanto para a nutrição quanto para a indústria. Para a nutrição é inadequada pois há limite de utilização de gordura por parte do animal. Para a indústria por causa do óleo residual, que possui valor de mercado superior ao da torta.

Em função do exposto fez-se necessário o levantamento das principais causas atuantes sobre a falta de padronização da torta de amêndoa de dendê, procurando apontar alternativas possíveis para superá-las.

2.2. Revisão de literatura

A Torta de Amêndoa de Dendê (TAD) possui composição bromatológica variável. O método de extração é o principal fator que influencia na qualidade da mesma, sendo dois os métodos disponíveis: o mecânico, através de prensas e o químico, através de solvente. A composição é alterada ainda conforme a qualidade do fruto, que varia ao longo do ano (comunicação pessoal)⁸

Rodrigues Filho et al. (1998) estudando a composição química da TAD produzida na região nordeste do estado do Pará identificou variações no teor de PB de 6,98 a 16,81%, e de

⁸ Comunicação Pessoal. GOMES, L.M. Agroindustrial Palmasa. Rod. Pa 320, km 37, Igarapé Açu, PA, 2006

EE de 3,63 a 20,35%. AFRIS (2006) informa valores de PB de 15,8% (extraído mecanicamente) a 20,4% (extraído através de solventes), com níveis de EE variando de 8,3%(solvente) a 23% (mecanicamente) para TAD, na Malásia.

Os subprodutos de um modo geral possuem a composição bromatológica variável em função de diferentes fatores. Boa parte dos subprodutos da agroindústria possui altos percentuais de FDN, como por exemplo, os provenientes: do abacaxi (66,1), da acerola (63,1), do caju (70,1), do maracujá (55,9) e do melão (56,4) (Rogério, 2005). Os teores de MS dos subprodutos citados anteriormente estão acima de 80%; o que torna o armazenamento e transporte dos mesmos interessantes do ponto de vista produtivo.

Para o corrente estudo, a padronização da TAD fez-se necessária para que os resultados encontrados nos diversos experimentos pudessem ser comparados.

No estado do Pará a extração da TAD ocorre principalmente pelo processo mecânico, passando pelos processos descritos a seguir.

2.2.1. Etapas do Beneficiamento do Dendê (Souza, 2000)

a) Esterilização/debulha do cacho: o cacho é submetido ao vapor. A água atinge temperatura de 130°C e pressão de 2kg./cm², por 60 minutos. Essa etapa é requerida para evitar o desenvolvimento da acidez, além de facilitar o desprendimento do fruto. Em seguida o cacho é levado ao debulhador, para separar os frutos (Anexo I, fotos 12 e 13).

b) Digestão da polpa/prensagem: os frutos vão ao digestor para liberar o óleo das células oleíferas e a massa que sai do digestor é prensada. O óleo de dendê é então extraído. As sobras são as sementes e as fibras (torta), que passam pelo desfibrador, para liberar as sementes (Anexo I, fotos 14 e 15).

c) Descascação da semente / prensagem: as sementes são levadas ao polidor, que retira os restos de fibra. As sementes seguem então ao secador e a descascadora centrífuga, onde são quebradas. Separadas das cascas, as amêndoas são trituradas e prensadas para liberar

o óleo de palmiste e produção da torta de palmiste, ou torta da amêndoa do dendê (TAD). O óleo é depurado e armazenado em tanques apropriados (Anexo I, fotos 16, 17, 18, 19 e 20).

As etapas da clarificação do óleo de dendê e de palmiste podem ser visualizadas nas figuras 21 e 22 do anexo I.

2.3. Material e Métodos

2.3.1. Localização

As amostras de TAD foram coletadas na indústria de beneficiamento de dendê Agroindustrial Palmasa S/A, localizada no município de Igarapé-Açu. O município pertence à Mesorregião do Nordeste Paraense e Microrregião Bragantina, e possui clima megatérmico úmido, tipo Ami na classificação de Köppen, temperatura média, durante todo o ano, em torno de 25° C; com precipitação anual elevada, atingido 2.350 mm, com forte concentração de janeiro a junho e estiagem de julho a dezembro. A umidade relativa do ar chega próximo de 85% (Pará, 2006).

2.3.2. Amostragem

Dez amostras foram coletadas aleatoriamente e mensalmente, de dezembro de 2005 a novembro de 2006 a partir da mistura final das seis prensas existentes na fábrica. Em abril de 2006 uma coleta por prensa foi realizada a fim de identificar diferentes níveis de eficiência dos equipamentos.

Para compor a amostra mensal cerca de um quilo do material foi coletado, a partir de diversos pontos dos sacos disponíveis para amostragem, armazenado em sacos plásticos devidamente identificados e enviados para o laboratório de nutrição animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, em potes herméticos.

As amostras foram moídas, peneiradas a 1 mm e analisadas quanto ao teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN) e fibra

detergente ácido (FDA), conforme recomendações do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (CBAA, 1998).

Com a finalidade de encontrar e minimizar as variações encontradas na composição bromatológica da TAD, o presente trabalho contou com a colaboração da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pará, que verificou a planta industrial, com identificação dos processos ineficientes assim como com a sugestão de suas melhorias.

2.4. Resultados e Discussão

Os resultados das análises bromatológicas da TAD, coletada ao longo do ano e por prensa, encontram-se nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) nas amostras de tora de amêndoa de dendê (TAD) coletadas ao longo dos meses.

Torta de Amêndoa de Dendê						
Mês	Ano	MS%	EE%	PB%	FDN%	FDA%
Dezembro	2005	90,58c	11,38cd	12,96bc	83,72a	51,35b
Janeiro	2006	91,44bc	16,10b	10,86c	83,72a	51,35b
Fevereiro	2006	90,55c	12,62c	14,57ab	65,59e	52,04b
Março	2006	93,43b	10,60cd	16,13ab	75,2d	51,73b
Abril	2006	94,24ab	10,03d	14,17b	79,73bc	54,75a
Mai-Julho	2006	96,48a	22,19a	14,95ab	78,93bc	51,69b
Agosto	2006	92,19bc	17,04b	13,74b	77,73c	55,71a
Setembro	2006	92,55bc	9,00d	16,80a	80,43b	51,31b
Outubro	2006	93,55b	11,55cd	14,75ab	79,74bc	53,89ab
Novembro	2006	92,09bc	8,84d	16,15ab	81,26b	54,40a
Média		92,71	12,94	14,51	78,60	52,82
CV (%)		1,94	32,91	11,99	6,67	3,18

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$).

Tabela 4: Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) das amostras de torta de amêndoa de dendê (TAD), coletadas por prensa.

	(%)				
PRENSA	MS	EE	PB	FDN	FDA
A I	96,02	6,66	14,92	78,36	54,18
A II	96,80	6,40	14,73	80,51	56,66
A III	96,34	6,28	13,68	77,17	54,64
B I	96,56	13,10	12,72	80,30	58,97
B II	96,34	12,88	14,61	79,36	56,63

Pelos resultados encontrados pôde-se observar que ocorreu variação ao longo do ano na TAD. Os teores de extrato etéreo oscilaram, variando de 8,84 a 22,19% (Tabela 3).

Dentre os produtos extraídos do dendê, o óleo de palmiste é o que possui maior valor de mercado. Elevado teor de EE na torta é resultante de ineficiência no processo industrial, com redução do retorno financeiro. Em relação à nutrição animal, um produto com elevado teor de EE além de prejudicar sua estocagem, por conta da rancificação, também limita sua utilização, haja vista o limite de inclusão em dietas de ruminantes ser de 5% de EE.

O maior teor de EE foi encontrado nas tortas provenientes das prensas B (Tabela 4), que obtiveram metade da eficiência extrativa das prensas A. As prensas do fabricante B, na indústria estudada (comunicação pessoal, 2006)⁹ são responsáveis pela produção da maior parte da TAD, conseqüentemente sua menor eficiência causa maiores perdas. Após o relato das análises, a empresa fabricante foi informada e prestou os devidos ajustes.

O departamento de Engenharia Mecânica, através do professor Eduardo Braga, após avaliar a planta industrial da Palmasa S.A, levantou os principais problemas atuantes na falta de padronização da TAD, decorrentes da etapa industrial, e apontou algumas sugestões corretivas (Tabela 5).

⁹Comunicação pessoal. FURLAN JR., J. – Agroindustrial Palmasa S/A. Rod. Pa 320, km 37, Igarapé Açu, PA, 2006.

Tabela 5: Problemas identificados e sugestões apontadas para padronização da TAD.

Problema identificado	Sugestão apontada
Área inadequada para pré-secagem dos frutos	Ampliação da área para essa finalidade.
Mesa de gravitação pequena	Aquisição de uma mesa maior, para adequada separação da fibra
Prensas de dois fabricantes diferentes: B e A. No corrente estudo a B foi menos eficiente do que a A.	Ajustes das prensas B ou aquisição de novas prensas A. OBS: Houve ajustes realizados pelo fabricante B, após identificação do problema
Ajuste manual das prensas	Automação do sistema
Pressão e temperatura do processo de prensagem variável ao longo da extração, com variação diária.	Automação e ajustes no sistema

As justificativas para a variação na extração de EE mostraram-se pertinentes para a melhoria tanto da padronização da TAD quanto para a melhoria da eficiência industrial como um todo; entretanto para que os ajustes apontados fossem efetivados, investimentos na ordem de R\$ 800.000,00 (oitocentos mil reais) seriam necessários no ano estudado.

As sugestões foram aceitas e programadas para serem progressivamente introduzidas. De imediato a empresa introduziu a análise de EE como rotina. A TAD em 2008 e 2009 já se encontrava padronizada para o teor de EE (comunicação pessoal, 2009)¹⁰.

2.5. Conclusão

A torta de amêndoa de dendê variou ao longo do ano, particularmente em seu teor de extrato etéreo. As sucessivas limitações na planta industrial contribuíram com significativa perda na extração do óleo de palmiste. A descoberta de causas dessa variação foi determinante para melhorar não somente a composição da mesma, visando à nutrição animal, mas também para melhorar a rentabilidade industrial. Um estudo da composição do fruto ao longo do ano realizado concomitantemente com a composição da torta de amêndoa de dendê, em cada prensa, poderia elucidar qual dos dois fatores causa as maiores perdas.

A uniformidade da torta de amêndoa de dendê é um processo viável. Quanto menor o índice de extrato etéreo na torta, mais eficiente o processo industrial. A torta de amêndoa de

¹⁰ Luís Marinheiro Gomes. Agroindustrial Palmasa S/A. Rod. Pa 320, km 37, Igarapé Açu, PA, 2009.

dendê proveniente da prensa AIII, por ser a prensa com teor de extrato etéreo mais uniforme foi utilizada para os demais ensaios experimentais.

2.6. Agradecimentos

Nossos sinceros agradecimentos a Agroindustrial Palmasa S.A., que nos permitiu livre acesso as suas instalações e também por ter fornecido a TAD necessária para o estudo.

2.7. Referências bibliográficas

ANIMAL FEED RESOURCES INFORMATION SYSTEM-AFRIS. *Elaeis guineensis*: African oil palm. 2006. Disponível em:<<http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/afri/data/501.htm>> Acesso em: 30/04/2006.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL – CBAA. *Métodos analíticos*. Manual de procedimento analíticos alimentos para animais. Emissão 1992. Revisão 1998.

PARÁ. Coordenadoria de comunicação social do governo. *Turismo*: Município de Santa Izabel do Pará. Disponível em:<<http://www.pa.gov.br/conhecaopara/santaizabel.asp>>. Acesso em: 21/03/2006.

RODRIGUES FILHO, J.A.; CAMARÃO, A.P.; AZEVEDO, G.P.C.; BRAGA, E. *Efeito da substituição do farelo de trigo por torta de amêndoa de dendê no consumo voluntário e digestibilidade de misturas suplementares para ruminantes*. Belém: Embrapa-Amazônia Oriental: EMBRAPA-CPATU, 1998. 15p. (Embrapa-CPATU Belém. Boletim de Pesquisa, 190).

ROGÉRIO, M.C.P. *Valor nutritivo de subprodutos de frutas para ovinos*. 2005. 318p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SOUZA, J. Dendê. 2000. Disponível em: < <http://www.ceplac.gov.br/radar/dende.htm>> Acesso em: 02/03/2005.

Capítulo 3: Consumo e Digestibilidade aparente da Torta de Amêndoa de Dendê em níveis crescentes na dieta, em novilhos bubalinos

3.1. Introdução

Os alimentos não são semelhantes em suas capacidades de fornecer suporte às funções orgânicas do animal (manutenção, crescimento, reprodução e lactação). A resposta animal a um determinado alimento depende de interações complexas em função da composição da dieta, de seu preparo e de seu valor nutritivo.

O valor nutritivo de um alimento é classificado em função de sua digestibilidade, seu consumo e sua eficiência energética. Apesar do consumo e da eficiência energética serem os maiores responsáveis pelas respostas totais do animal, a digestibilidade é mais usualmente medida, por ser uma forma de se avaliar a qualidade do alimento. Seu resultado é expresso em coeficiente de digestibilidade ou o percentual de cada nutriente do alimento que o animal tem condições de utilizar.

O trabalho objetivou estudar o consumo e a digestibilidade de: Matéria Seca (CMS), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Energia Digestível (ED), Proteína Bruta (PB) e Extrato Etéreo (EE), por novilhos bubalinos machos castrados recebendo diferentes níveis de TAD na ração.

3.2. Revisão de Literatura

3.2.1. Consumo

O consumo de matéria seca (CMS) é essencial para definir a quantidade de nutrientes disponíveis ao animal e é responsável pelas respostas e funções do mesmo. O animal se alimenta regulando o consumo de uma forma que evite um desconforto (Forbes, 1995). Vários fatores afetam o CMS, incluindo fatores físicos, hormonais, patológicos, ambientais, manipulação ruminal e interações entre os mesmos. A Fibra em Detergente Neutro (FDN) é altamente correlacionada com o CMS (Allen, 2000).

A qualidade de um alimento é modificada por características físicas, que podem ser relativamente independentes de sua composição química (Van Soest, 1994). Fatores como:

densidade calórica, tamanho da partícula, solubilidade no líquido ruminal, capacidade tampão e propriedade da superfície das partículas da fibra (capacidade de hidratação ou troca catiônica) influenciam os efeitos fisiológicos da ingesta no trato gastrointestinal. Em função do exposto, pode-se afirmar que o conhecimento restrito à composição química de um alimento não é suficiente para a elaboração de uma dieta adequada.

O consumo diverge entre espécies animais. Zicarelli (2004) informa que o consumo de matéria seca (CMS) em clima quente na búfala é menor quando comparada com a vaca, entretanto um estudo comparativo com diferentes raças faz-se imperativo.

Diversos autores citados por Caldas (1994) concluíram que os búfalos apresentam uma menor ingestão de matéria seca (IMS) em relação ao peso corporal dentre os ruminantes. Campanille (2004) especifica de 1,6 a 2,2% do peso vivo (PV) como o consumo de matéria seca da espécie.

3.2.2. Digestibilidade

A digestibilidade de um alimento é basicamente sua capacidade de permitir que o animal utilize em maior ou menor escala seus nutrientes.

Segundo Silva e Leão (1979) a digestibilidade, em nutrição animal possui um significado definido e limitado. Onde, segundo os autores *a mesma mostra a porcentagem do alimento ou de qualquer nutriente simples do alimento que é dissolvido ou, por outro lado, foi digerido ao passar pelo trato digestivo, onde ele pode ser absorvido e então colocado à disposição das células do corpo.* Ainda segundo os autores a digestibilidade de um alimento é a sua capacidade de permitir que o animal utilize em maior ou menor escala os seus nutrientes, sendo uma característica do alimento e não do animal, dessa forma, se, por exemplo, um alimento possuir 50% de digestibilidade da proteína bruta, esse valor será igual para vacas em lactação, em crescimento ou em manutenção, a não ser que se encontre associado em uma ração.

A digestibilidade pode ser influenciada por vários fatores como a composição e o preparo dos alimentos da dieta, quantidade de energia na ração, quantidades elevadas de óleos nas rações, presença de fibras nas

rações e também fatores relacionados aos animais como o pH ruminal e o estado nutricional (Marin et al., 2003).

A digestibilidade não deve ser confundida com rapidez ou facilidade de digestão, pois um alimento pode ser ausente de efeitos prejudiciais ou desagradáveis e mesmo assim possuir um baixo coeficiente de digestibilidade, como por exemplo, as palhas de cereais (Silva e Leão, 1979).

A determinação da digestibilidade é feita através de ensaios *in vivo*, com animais não fistulados e demanda tempo para adaptação a dieta, é muito laboriosa, e por isso, métodos alternativos de mensuração tem sido o objetivo de inúmeras pesquisas.

Uma alternativa seria a utilização de métodos laboratoriais, que podem ser utilizados para a predição da digestibilidade. A digestão em monogástricos não é facilmente simulada, enquanto em ruminantes a digestibilidade de alimentos pode ser medida com certa precisão em laboratório, desde que os alimentos sejam tratados primeiramente com líquido ruminal e depois com pepsina (McDonald et al., 1995).

Em campo, a digestibilidade é testada através de indicadores. Os indicadores externos são amplamente utilizados para prever a produção fecal do animal e assim o consumo voluntário e a digestibilidade.

A maioria dos indicadores possui diversos inconvenientes como: homogeneidade incompleta com a digesta ruminal, baixa recuperação fecal e dificuldade nas análises químicas (Saliba, 2005), além do que o principal indicador utilizado, o óxido crômico (Cr_2O_3) é carcinogênico (IARC, 1990).

O LIPE[®], hidroxifenilpropano purificado e quimicamente modificado feito a partir de lignina natural, vem sendo utilizado como indicador e foi desenvolvido no Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. Os resultados de pesquisas recentes comparando LIPE[®] e Cr_2O_3 com coleta total demonstraram que o LIPE[®] obteve resultados mais próximos aos de coleta total do que o Cr_2O_3 (Oliveira et al., 2005; Saliba, 2005), segundo os autores, o LIPE[®] possui período de adaptação menor do que

o do Cr_2O_3 além de não acarreta riscos cancerígenos aos seus manipuladores. Valenciaga et al. (2008) verificaram e sugeriram a utilização do LIPE[®] para búfalos, em Cuba.

Dentre as informações sobre a digestibilidade comparativa entre bovinos e bubalinos, pode-se destacar as de Zicarelli (2001), que informa que a maior capacidade do búfalo em digerir a fibra dos alimentos em relação aos bovinos ocorre somente quando o alimento oferecido apresenta uma alta concentração de FDA (35,5%) em dietas com mais de 70% de forragem na matéria seca. O autor informa ainda que esta maior capacidade em utilizar forragens ricas em parede celular não pode ser considerada na nutrição da búfala em lactação, haja vista a necessidade de redução da relação forragem:concentrado das mesmas.

3.3. Material e Métodos

3.3.1. Local, clima e período experimental

O experimento foi conduzido no período de maio a dezembro de 2008, na fazenda experimental senador Álvaro Adolfo, pertencente a Embrapa Amazônia Oriental, localizada no município de Belém, PA, cujas coordenadas geográficas são 1°25' de latitude sul e 48°26' de longitude oeste de Greenwich.

A cidade de Belém está situada às margens da baía de Guajará e possui clima, segundo a classificação de Koppen, do tipo Af_i, quente e úmido, tipicamente equatorial, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e precipitação pluviométrica média de 3001,3 mm/ano (Anexo I, figura 9).

Segundo Bastos et al. (2002) a cidade apresenta temperatura média de 26,4°C, umidade relativa do ar de 84% e insolação anual de 2.338,3 horas/ano (Anexo I, figura 10) e umidade relativa do ar alta, ao longo do ano (Anexo I, figuras 7 e 8).

O período mais chuvoso em Belém ocorre entre os meses de dezembro a maio e os menos chuvosos entre junho a novembro.

3.3.2. Área experimental e instalações

Foram utilizadas baias individuais, com comedouros individuais divididos internamente para separação do concentrado e do volumoso e bebedouros automáticos duplos.

Devido à alta incidência solar vespertina, telas com sombrite de 70% foram montadas e introduzidas ao longo da parte externa da instalação, fornecendo igual sombreamento a todos os animais experimentais, objetivando o mínimo desconforto possível aos animais (Anexo I, fig.23).

3.3.3. Animais, tratamentos e delineamentos experimentais

Foram utilizados quatro bubalinos mestiços machos castrados, com peso inicial de $380,10 \pm 27,21$ Kg e idade aproximada de dois anos. Os animais permaneceram constantemente confinados, individualmente em instalações do tipo “tie stall” (Anexo I, figura 24).

Antes do início do experimento foram necessários cinco meses para que os animais fossem castrados, recebessem brincos nasais e adaptados ao manejo intensivo. Os animais foram vacinados contra carbúnculo sintomático e febre aftosa e vermifugados com ivermectina, no mês de maio de 2008.

Os tratamentos T1, T2, T3 e T4 (identificados a seguir) foram constituídos de quatro níveis crescentes de Torta de Amêndoa de Dendê (TAD) adicionados a níveis decrescentes de silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) que foi produzida a partir do capim (plantado para o ensaio) cortado aos 120 dias, adicionado a 5% de fubá de milho na matéria natural. Sal mineral foi fornecido *ad libitum*. A composição química dos tratamentos encontra-se na tabela 6.

T1- 100% Silagem

T2- 80% Silagem + 20% TAD

T3- 60% Silagem + 40% TAD

T4- 40% Silagem + 60% TAD

Tabela 6: Composição química da silagem e da TAD ofertadas por tratamento.

Nutriente	Tratamento (%TAD) ²									
	0		20		40		60		Valor Médio	
	S ¹	S ¹	TAD	S ¹	TAD	S ¹	TAD	S ¹	TAD	
MS (%)	24,60	24,92	89,84	24,54	90,39	25,23	89,12	24,82	89,78	
PB (%)	7,97	8,81	16,58	10,32	16,75	8,41	16,52	8,88	16,62	
FDN (%)	75,54	75,53	77,97	78,70	73,85	76,43	78,46	76,55	76,76	
FDA (%)	45,89	45,96	39,77	48,25	30,56	47,21	34,15	46,83	34,83	
Lignina(%)	6,72	6,88	13,26	7,24	17,14	7,15	17,50	7,00	15,97	
EB (Mcal/kg)	4,46	4,48	4,94	4,63	4,88	4,61	4,84	4,55	4,89	
ED (Mcal/kg)	2,27	1,87	2,29	1,92	2,35	2,42	2,97	2,12	2,54	
EE (%)	3,90	3,51	9,11	3,52	8,14	2,55	7,44	3,37	8,23	
Cinzas (%)	3,16	4,2	3,57	3,89	3,57	5,12	3,34	4,09	3,49	

¹S= Silagem (produzida com adição de 5% de Fubá de Milho). ² Sal mineral fornecido *ad libitum*.

A Torta de Amêndoa de Dendê (TAD) foi fornecida pela Indústria Palmasa S.A, totalmente extraída da prensa mais eficiente conforme relatado no capítulo dois. Análises de matéria seca e extrato etéreo da silagem de capim elefante e da TAD foram realizadas previamente ao ensaio.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, com quatro tratamentos (níveis de TAD) e quatro blocos (bubalinos). O período de coleta totalizou 84 dias, divididos em 14 dias de adaptação e sete dias de coleta. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico PASW Statistics 18.0 (PASW, 2007).

3.3.3.1. Consumo

A silagem e a torta de dendê foram fornecidas separadas e simultaneamente, duas vezes ao dia sendo 40% pela parte da manhã (9 horas) e 60% pela parte da tarde (16 horas), respeitando o comportamento noturno de ingestão de alimentos da espécie em estudo.

No momento do novo fornecimento as sobras de cada alimento foram retiradas, pesadas e amostradas para futuras análises. Diariamente ajustes no fornecimento foram realizados para que 10% de sobras fossem permitidas.

O consumo voluntário diário foi obtido pela subtração da quantidade de alimento fornecido nas duas alimentações pelas suas respectivas sobras. Amostras do fornecido e das

sobras de cada animal foram coletadas diariamente e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados a -10°C para posteriores análises laboratoriais.

3.3.3.2. Digestibilidade Aparente

Durante seis dias, entre o 15^o e 20^o de cada tratamento, uma vez ao dia (8 horas), uma cápsula de LIPE[®] contendo 0,5 g de lignina purificada era introduzida oralmente, através de uma sonda, diretamente no esôfago dos animais (Anexo I, figura 25). Amostras fecais eram coletadas diretamente na ampola retal (Anexo I, figura 30) durante seis dias (16^o ao 21^o dia) e acondicionadas em sacos plásticos identificados, sendo armazenadas a -10°C. Ao final da semana uma amostra composta dos seis dias era realizada e armazenada sobre mesma temperatura para posterior análise laboratorial. As análises foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG.

No laboratório, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, pré secas em estufas de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, moídas em moinho do tipo Willey em peneira de 1 mm. Em seguida analisadas para matéria seca (MS), proteína (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), conforme AOAC (1995).

3.4. Resultados e Discussão

3.4.1. Consumo

Os consumos de matéria seca (CMS), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e energia digestível (ED) estão apresentados na tabela 7 e no gráfico 1. As equações de regressão e seus respectivos R² encontram-se na tabela 8.

Tabela 7: Consumo de Matéria Seca (CMS), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Extrato Etéreo (EE), Proteína Bruta (PB), Energia Digestível (ED), Energia metabolizável (EM) e Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) em bubalinos alimentados com diferentes níveis de Torta (TAD).

Níveis de TAD (%)	CONSUMO						
	(g/kg ^{0,75} /dia)					(Kcal/kg ^{0,75} /dia)	
	MS	FDN	EE	PB	NDT	ED	EM*
0	76,50	57,79	2,98	6,17	43,35	173,3	142,18
20	55,51	42,20	2,58	5,78	26,33	110,10	90,28
40	50,12	38,56	2,61	6,73	24,98	108,18	88,71
60	64,48	50,06	3,52	8,53	39,72	180,15	147,72

*EM= ED x 0,82

Tabela 8: Equação de Regressão do Consumo de Matéria Seca (CMS), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Extrato Etéreo (EE), Proteína Bruta (PB) e Energia Digestível (ED) de bubalinos alimentados com diferentes níveis de Torta de Amêndoa de Dendê (TAD) e seus respectivos coeficientes de determinação (R²).

Nutriente	Consumo	
	Equação de Regressão *	R ²
MS	Y= 0,0221x ² -1,5329x+76,707	0,9978
FDN	Y= 0,0169x ² -1,15x+57,948	0,9976
ED	Y= 0,0845x ² -4,9804x+174,02	0,9983
EE	Y=0,0008x ² -0,0413x+3,0059	0,9826
PB	Y=0,0014x ² -0,0419x+6,1421	0,9974

*x: nível de TAD na dieta Y: Consumo (g/kg^{0,75}/dia)

Os consumos de energia metabolizável (EM) nos níveis 20 e 40% encontram-se abaixo do referencial proposto para búfalos, que é de 125 Kcal/Kg^{0,75} (Kearl, 1982).

Nos tratamentos 0 e 60% de TAD, tanto o CMS quanto o consumo de EM atenderam as exigências de manutenção e crescimento dos animais, estando esses valores em consonância com os relatados por Kearl (1982).

O consumo de FDN total (%PV/dia) foi de 1,308; 0,957; 0,860 e 1,116, para os tratamentos 0; 20; 40 e 60% de TAD respectivamente, demonstrando um efeito quadrático, possivelmente justificado por uma tardia adaptação a dieta. O consumo de EE não atingiu níveis que pudessem afetar o CMS, ao nível de 60%, o que possibilita sua indicação de utilização.

A queda no consumo dos tratamentos 20 e 40% pode ter ocorrido em função do alto teor de lignina da TAD, entretanto como em 60% houve um aumento no consumo, inclusive superior a manutenção. Parece ter ocorrido uma demorada adaptação dos búfalos à dieta. Nos próximos capítulos esse efeito será melhor detalhado.

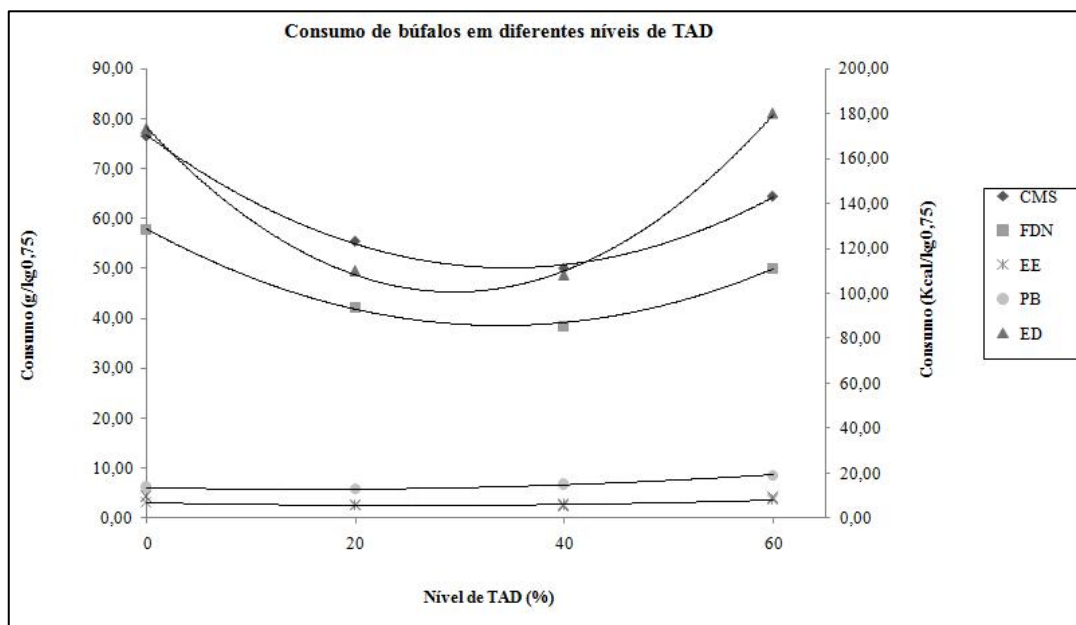


Gráfico 1: Consumo em búfalos alimentados com diferentes níveis de Torta de Amêndoa de Dendê (TAD).

3.4.2. Digestibilidade

As respectivas digestibilidades (%) de matéria seca, fibra em detergente neutro, energia bruta, extrato etéreo e proteína bruta, assim como suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) estão apresentadas na tabela 9 e no gráfico 2. A Energia Digestível da dieta total de cada tratamento foi de 2,27, 1,96, 2,08 e 2,75 (Mcal/kg) para os tratamentos de 0, 20, 40 e 60% de TAD respectivamente.

Tabela 9: Digestibilidade (%) de Matéria Seca (MS), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Energia Bruta (EB), Extrato Etéreo (EE) e Proteína Bruta (PB) de búfalos recebendo diferentes níveis de Torta de Amêndoa de Dendê (TAD) e suas respectivas equações de regressão, seguidas de seus coeficientes de determinação (R^2).

NÍVEIS DE TAD (%)	DIGESTIBILIDADE (%)				
	MS	FDN	EB	EE	PB
0	58,70	58,14	56,64	68,43	49,96
20	47,04	51,21	46,81	78,85	42,94
40	46,44	50,68	47,96	83,79	44,59
60	57,45	62,75	60,60	88,72	50,99
Equação	$Y = 0,0142x^2 -$	$Y = 0,0119x^2 -$	$Y = 0,014x^2 -$	$Y = 0,3291x^2 +$	$Y = 0,0084x^2 -$
Regressão	$0,872x + 58,728$	$0,6463x + 58,453$	$0,7772x + 56,662$	$70,074$	$0,4795x + 49,767$
R²	0,9999	0,9810	0,9999	0,9598	0,9838

As digestibilidades da MS, PB, FDN e EB (%) mostraram respostas quadráticas decrescendo entre os tratamentos 0 a 40% de TAD e recuperação de seu crescimento a partir de então. A digestibilidade do EE(%) cresceu linearmente como esperado e a digestibilidade da PB (%) aumentou a partir dos 40% de TAD.

A 60% de TAD os búfalos mostraram boa digestibilidade para todos os nutrientes. Os resultados encontrados estão em acordo com os observados por Valenciaga et al. (2008). A partir desses dados, pode-se estimar que a ED da TAD quando em 60% é próxima de 3,00 Mcal/KgMS (Tabela 6).

O efeito quadrático da digestibilidade dos nutrientes estudados (gráfico 2) não pode ser explicado pelos componentes químicos da dieta, mas sugere que houve uma adaptação tardia pelos animais a TAD. Os fatores possíveis que possam explicar essa adaptação mais tardia necessitam ser mais bem estudados e verificados se são ou não específicos da espécie em estudo.

A 60% de TAD os búfalos tiveram a maior digestibilidade de MS, FDN, EE, PB e EB.

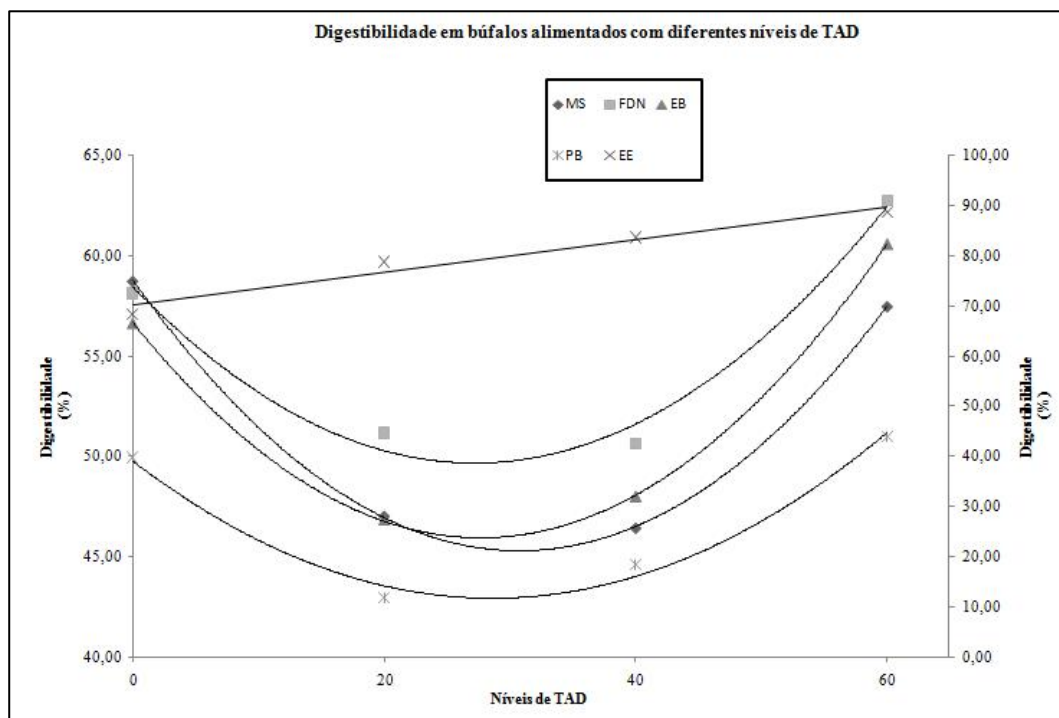


Gráfico 2: Digestibilidade em búfalos alimentados com diferentes níveis de Torta de Amêndoa de Dendê (TAD).

Considerando a composição química, a digestibilidade e os demais estudos realizados em conjunto com os aqui relatados, parece certo afirmar que a TAD se comporta mais como um alimento volumoso que como alimento concentrado. Essa característica específica é importante para a região Amazônica, pois substituindo a fração volumosa da dieta de ruminantes, reduz a necessidade de pastagens, que é apontada como o principal fator responsável pelo desmatamento da Floresta Amazônica.

Atualmente a legislação estadual prevê reservas ambientais de até 80% da propriedade rural, sendo assim a TAD aparece como alternativa altamente viável, não apenas por sua aceitabilidade e digestibilidade, mas também pela sua disponibilidade ao longo do ano.

3.5. Conclusão

Os bubalinos apresentaram maior consumo de matéria seca, fibra em detergente neutro, extrato etéreo, proteína bruta ($\text{g/Kg}^{0,75}$) e energia digestível ($\text{Kcal/Kg}^{0,75}$) em dieta com 60% de torta de amêndoa de dendê.

Maiores incorporações da torta de amêndoa de dendê não reduziram o consumo.

As digestibilidades dos nutrientes e da energia tiveram respostas quadráticas, similar ao consumo de matéria seca.

Os bubalinos apresentaram maior digestibilidade (%) de matéria seca, fibra em detergente neutro, extrato etéreo, proteína bruta e energia bruta em dieta com 60% de torta de amêndoa de dendê.

Sugere-se que novos estudos sejam realizados com o intuito do enquadramento da torta de amêndoa de dendê (TAD) como alimento volumoso e não como concentrado.

3.6. Referência Bibliográfica

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 83, p.1598-1624, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY -AOAC. *Official methods of analysis*. 16.ed. Arlington:AOAC International, 1995. 1025p.

BASTOS, T.X.; PACHECO, N.A.; NCHET, D.; SÁ, D.T.A. *Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 31 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 128).

CALDAS, W. S. Digestão comparada entre três grupos genéticos de caprinos. I. Alimentados com silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). II. Alimentados com silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) suplementado com concentrado em dois níveis de consumo. 1994. 101p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CAMPANILE, G. Nutrition and Milk Production in Dairy Buffalo. In: SIMPOSIO DE BÚFALOS DE LAS AMÉRICAS, 2, Corrientes, Argentina, 2004. *Anais.....CD ROM*.

FORBES, J.M. *Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals*. Guildford, Inglaterra: Cab International, 1995. 532p.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER- IARC. Chromium and chromium compounds. Chromium [VI] (Group 1). Metallic chromium and chromium [III] compounds (Group 3). In: INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. *Chromium, nickel and welding*. Lyon, France: IARC, 1990. p. 49. [IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 49].

KEARL, L.C. *Nutrient requirements of ruminant in development countries*. Section 10. Domestic buffalo. Utah, USA: Utah State University, 1982. p. 89-113.

MARIN, C. M.; SILVA, C. L. S. P; BRAZ, M. A.; MANGOLD, M. A. Fatores que podem influenciar a digestibilidade dos alimentos em ruminantes. *Ciê. Agr. Saúde*, v. 3, n.1, p. 64-68, 2003.

McDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A. *Animal Nutrition*. 5 ed. Nova Iorque, EUA: Longman Group Limited, 1995. 237p.

OLIVEIRA, L.O.F.; SALIBA, E.O.S.; BORGES, I. et al. Concentração de óxido crômico e LIPE® nas fezes de bovinos em pastagem de *Brachiaria brizantha* utilizadas na estimativa de consumo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. Goiânia, GO: SBZ. 2005. *Anais...CD-ROM*.

PASW, STATISTICS 18 CORE SYSTEM. *User's Guide*. Chicago, USA: SPSS Inc., 2007. 424p. Disponível em <http://www.umass.edu/statdata/software/news/spss/manuals18/PASW%20Statistics%2018%20Core%20System%20User%27s%20Guide.pdf>>. Acesso em: 01/02/2010.

SALIBA, E.O. Mini curso sobre o uso de indicadores. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 2005, Belo Horizonte. *Anais...Belo Horizonte: EV-UFGM*, 2005. 23 p.

SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Piracicaba: Ed. Livroceres, 1979. 380p.

VALENCIAGA, D.; SALIBA, E.O; CHONGO, B. Evaluación de la efectividad de un nuevo indicador externo (LIPE) en la estimación de la producción fecal de búfalos de río (*Bubalus bubalis*). *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, v.42, n.4, p. 371-374, 2008.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Nova Iorque, EUA: Cornell University press, 1994. 476 p.

ZICARELLI, L. *Alimentazione della Bufala da Latte*. 2001. Disponível em <<http://paineirasdaingai.bufalos.org/zicalit.htm>> Acesso em: 03/07/2010.

ZICARELLI, L. Water Buffalo Nutrition. In: SIMPOSIO DE BÚFALOS DE LAS AMÉRICAS, 2, Corrientes, Argentina: Universidad Nacional del Nordeste, 2004. *Proceedings.....CD ROM*.

Capítulo 4: Metabolismo Ruminal: Taxa de passagem, degradabilidade *in situ* e ambiente ruminal em bubalinos recebendo diferentes níveis de torta de amêndoa de dendê

4.1. Introdução

Os sistemas produtivos requerem cada vez mais eficiência e já não cabe mais apenas a preocupação em alimentar quantitativamente uma população mundial. O desafio agora é produzir alimentos com qualidade, em maior e melhor escalas possíveis.

Na produção animal, a nutrição sempre foi e sempre será uma questão fundamental, pois é especialmente através dela que essa eficiência requerida pode ser alcançada.

No princípio, e durante anos, a alimentação foi baseada na quantidade de alimento fornecida a um determinado animal, de modo isolado; porém, e principalmente, para a alimentação de ruminantes ficou claro que esse procedimento estava incorreto.

Para os nutricionistas de ruminantes ficou evidente, então, que era necessário conhecer como alguns nutrientes específicos eram disponibilizados para os microrganismos ruminais e suas quantidades que escapavam da fermentação ruminal; além de estabelecer os valores ideais para otimizar as respostas, tanto desses microrganismos quanto do próprio animal, predizendo essa disponibilidade nos mais diversos ingredientes. E, com isso foram surgindo técnicas para a avaliação e quantificação da disponibilidade desses nutrientes.

O conhecimento da degradabilidade ruminal das diferentes frações dos alimentos e, especialmente da proteína é de grande importância, pois permite alterar os ingredientes utilizados nas rações, possibilitando maximizar a produtividade e minimizar os custos. Além disso, permite identificar fatores que afetam o consumo voluntário de forragens, como o grau de maturidade, a relação caule-folha e a forma de processamento. As técnicas de avaliação da degradação ruminal dos alimentos compreendem estudos sobre o desaparecimento da massa de amostra incubada, denominadas técnicas gravimétricas e envolvem estudos "*in situ*" ou "*in vitro*"

Informações sobre taxa de passagem e ambiente ruminal (pH, produção de ácidos graxos voláteis e nitrogênio amoniacal) dão suporte ao conhecimento do alimento, permitindo recomendações mais adequadas para sua utilização.

O presente estudo teve por objetivo conhecer a degradabilidade *in situ* da silagem e da TAD, a taxa de passagem de sólidos da silagem e do ambiente ruminal (produção de AGV, N-NH₃ e pH) em bubalinos recebendo diferentes níveis de TAD na dieta.

4.2. Revisão de Literatura

4.2.1. Taxa de Passagem

A digestão é um processo múltiplo. A divisão do trato gastrintestinal do ruminante pode ser feita em três compartimentos que possuem propriedades únicas digestivas e de passagem, que são: retículo-rúmen, intestino delgado e intestino grosso. Esses compartimentos diferem em seus mecanismos de digestão e nos processos de mistura e de passagem. O conteúdo ruminal possui ainda três diferentes fases (líquida, partículas que fluem e as que permanecem no rúmen), que possuem diferentes características de fluxo (Mertens, 1993).

Os alimentos passam pelo trato digestivo de modo diferente. Componentes solúveis dissolvem e transitam com taxa semelhante ao líquido ruminal. Concentrados e forragens passam mais rapidamente do que partículas longas fibrosas.

A *taxa de passagem* (k) através do trato gastrintestinal é o fluxo de material dentro ou através de todo o trato digestivo por unidade de tempo, ou seja, por hora (h^{-1}). A taxa de passagem do alimento afeta de forma direta a utilização dos nutrientes pelo animal (Uden, et al., 1982).

Van Soest (1994) infere que o fluxo que sai do rúmen inclui bactérias, alguns resíduos potencialmente degradáveis do alimento e material lignificado indisponível e que a taxa de passagem real é aquela relacionada à fração indigestível, onde líquidos e sólidos podem ter passagens individuais.

A forma mais comum de determinar a taxa de passagem ruminal é através da infusão de marcadores seguida de coletas freqüentes por um determinado número de dias, dessa forma o aparecimento do marcador ocorre até um máximo atingido e em seguida acontece um declínio assintótico. O marcador precisa ser recuperável, caso contrário haverá super estimativa da taxa de passagem (Van Soest, 1994). Dentre os vários indicadores utilizados para determinar a taxa de passagem da fase sólida, as fibras complexadas com cromo (cromo mordente) foram as mais eficientes na representação do fluxo de partículas no trato gastrintestinal (TGI) de novilhos (Offer e Dixon, 2000; Lopes et al., 2008).

Para compreender a taxa de passagem é necessário compreender o significado dos termos *tempo de trânsito* ou o *tempo mínimo de retenção* e *tempo médio de retenção*. Abaixo suas respectivas definições:

Tempo de trânsito (TT) ou *tempo mínimo de retenção* é o tempo entre o fornecimento do marcador e o primeiro aparecimento do mesmo nas fezes.

Tempo médio de retenção (TMR) é o tempo médio integrado entre a ingestão do marcador e a sua excreção.

O TT e o TMR podem ser iguais, caso a homogeneização do marcador não ocorra.

O tempo de trânsito ocorre porque há um fluxo de sentido único no trato digestivo, e a ele pode ser atribuído o efeito de retenção do marcador no interior dos compartimentos do trato digestivo (Welyenberg et al., 2006).

Alguns autores propuseram modelos para se estimar a taxa de passagem dos alimentos pelos diferentes segmentos do TGI (Grofum e Williams, 1973; Ellis et al., 1979; Dhanoa et al., 1985; Quiroz et al., 1988; Pond et al., 1989)

O modelo mais utilizado para determinar a taxa de passagem é o de Grofum e Williams (1973), que é o seguinte:

$$Y = A * e^{-k1*(t-TT)} - A * e^{-k2*(t-TT)} \text{ (para } t \geq TT \text{ e } Y = 0, \text{ para } t < TT), \text{ onde:}$$

→ A= indefinido do ponto de vista biológico, apresentando apenas valor matemático;

→ k_1 = taxa de passagem no rúmen-retículo;

→ k_2 = taxa de passagem no ceco e cólon proximal;

→ TT= tempo de trânsito no omaso e intestinos delgado e grosso, ou ainda tempo decorrido desde a infusão até o primeiro aparecimento do indicador nas fezes.

→ A variável Y dependente define a concentração fecal do indicador no tempo L.

4.2.2. Degradabilidade *in situ*

Inicialmente os estudos visavam o conhecimento da digestibilidade *in vivo* de um alimento, entretanto como as técnicas de digestibilidade *in vivo* para determinação de digestibilidade aparente dos alimentos não permitem diferenciar entre o que é degradado no rúmen e o que é digerido pós rúmen (Huntington e Givens, 1995) novas técnicas foram criadas e adaptadas para dar máximo suporte à nutrição.

Anatômica e mecanicamente o trato digestivo dos ruminantes pode ser dividido em três compartimentos, com distintas propriedades de digestão e passagem: estômago (retículo-rúmen-omaso-abomaso), intestino delgado e intestino grosso (Mertens, 1993).

A degradabilidade nada mais é do que a quebra de macromoléculas em moléculas menores por ação de microrganismos, que pode ocorrer no rúmen e/ou intestino. Através dela frações menores de um alimento ficam disponíveis para as etapas seguintes, que são a digestão e a absorção.

O conhecimento da degradação ruminal de determinado alimento é fundamental para se avaliar a qualidade (Moreira et al., 2003) e a quantidade de nutrientes desse que são disponíveis para os microrganismos no rúmen, assim como os que escapam para o intestino.

As bases para a padronização e sustentação da teoria da degradabilidade dos alimentos são creditadas principalmente a Merhez e Ørskov (1977), Ørskov e McDonald (1979), ARC (1980), Nocek (1985), Nocek (1988) e AFRC (1992); sendo considerada ainda uma técnica recente (Souza, 1998).

A degradabilidade ruminal *in situ*, *in sacco* ou em bolsa artificial foi desenvolvida por Quin et al. (1938) que utilizaram sacos de náilon suspensos no rúmen de ovinos. Mehrez e Ørskov (1977) confeccionaram sacos com seda fina contendo cevada e propuseram um modelo exponencial de desaparecimento do material incubado no rúmen em diferentes tempos. Em seguida o tecido foi substituído por celofane, dácron e náilon.

A técnica *in situ*, para a avaliação da degradação ruminal das principais frações que compõem os alimentos, tem sido amplamente estudada e aplicada na nutrição de ruminantes. Ela propicia uma estimativa rápida e simples da degradação dos nutrientes no rúmen, permite o acompanhamento de degradação ao longo do tempo, e é considerado um método barato (Mehrez e Ørskov, 1977; Ruggieri et al., 2001; Molina et al., 2002a; Molina et al., 2002b; Rodrigues et al., 2004). Essa técnica está baseada no desaparecimento da amostra do alimento acondicionada em sacos de náilon ou outro material sintético, ou seja, que não é degradado por microrganismos ruminais. Esses sacos são incubados no rúmen por diferentes períodos, e após a remoção dos sacos determina-se o desaparecimento da matéria seca, fibra em detergente neutro e proteína bruta do alimento incubado, em função do tempo (Lana, 2005).

Nos estudos de degradabilidade *in situ* há o contato íntimo do alimento avaliado com o ambiente ruminal, sendo a melhor forma de simulação do meio ruminal (Campos et al., 2006). Entretanto o alimento não está sujeito a todos os eventos digestivos (mastigação, ruminação e passagem pelo trato digestivo posterior (Van Soest, 1994).

Para Vanzant et al. (1998) Apud Berchielli et al. (2006), a técnica vem sendo utilizada há décadas comparando características de degradação entre os alimentos e melhorando o conhecimento da digestão ruminal. Alguns sistemas aplicados ao balanceamento de dietas requerem informações sobre a degradação ruminal dos alimentos, como por exemplo, o AFRC (1992), que adotou a técnica como método padrão para a caracterização da degradabilidade ruminal do nitrogênio, pois segundo Berchielli et al (2006) os resultados são semelhantes àqueles advindos de experimentos *in vivo*.

4.2.3. Ambiente Ruminal

O rúmen é um ambiente anaeróbico que funciona como uma câmara de fermentação, que permite a sobrevivência de microrganismos graças ao seu pH entre 5,5 e 7,0; temperatura entre 39 e 40°C, e presença de concentrações moderadas dos produtos da fermentação e do alimento ingerido pelo animal. Esses microrganismos ruminais compõem a microbiota ruminal, que varia conforme a dieta do animal hospedeiro (Barbosa, 2000).

O rúmen permite, através de sua densa musculatura, a mistura e a degradação da digesta, pois seus movimentos misturam o conteúdo ruminal promovendo a reciclagem, ruminação e concomitante redução de partículas e digestão microbiana (D'Arce, 1995).

No ambiente anaeróbico do rúmen ocorre a degradação dos carboidratos, com produção de calor, metano, ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico), além de energia metabolicamente utilizável, na forma de ATP. As proteínas são degradadas até aminoácidos que são utilizados para a produção de amônia, CO₂, ácidos graxos voláteis, e ácidos graxos de cadeia ramificada, necessários para o crescimento de microrganismos celulolíticos do rúmen (Baldwin e Allison, 1983).

A presença de bactérias promove a produção de gases, aproximadamente de 600 a 1100 litros por dia em grandes animais, que são liberados via eructação. Os gases produzidos alojam-se na porção superior e constituem-se de hidrogênio (0,2%), oxigênio (0,5%), nitrogênio (7,0%), metano (26,8%) e dióxido de carbono (65,5%) (Barbosa, 2000).

Na sua organização interna as partículas finas de forragens assim como as partículas densas de concentrados e materiais que foram hidratados tendem a permanecer de modo congregado na porção ventral. Essas partículas menores e de maior densidade estão aptas a saírem do rúmen no sentido do trato digestivo posterior (DAS,2000 Apud Barbosa, 2000).

Portanto, o rúmen é um ambiente complexo e variável conforme a dieta. As tentativas de reprodução do ambiente ruminal ainda não contemplam toda a sua complexidade e por isso, apesar de válidas, são passíveis de erros ou de ajustes através de equações, o que será melhor discutido ao longo dessa revisão.

A importância do conhecimento do pH ruminal, dos ácidos graxos voláteis e da amônia será detalhada a seguir.

4.2.3.1. pH ruminal

O pH ruminal oscila ciclicamente, em função das atividades metabólicas do rúmen ao longo do dia, resultante das mudanças nas concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV), da saliva, e da velocidade de absorção dos produtos finais da fermentação (Owens e Goetsh, 1988).

A degradação pode ser afetada pelo pH ruminal, por causa de alterações ocorridas na atividade microbiana. A degradação da celulose é inibida em pH menor ou igual a 6,0 em bovinos.

Quando o animal recebe dietas à base de forragem o pH permanece estável, próximo a neutralidade, pois a digestão da fibra é mais lenta, o que estimula o reflexo da ruminação e a produção em saliva, rica em tampões (Chapaval et al., 2008), já quando há redução na relação volumoso:concentrado (dietas com aumento de grãos) ocorre a queda do pH.

4.2.3.2. Ácidos Graxos Voláteis (AGV)

Os ácidos graxos voláteis (AGV), ácidos de cadeia curta, mais predominantes nos ruminantes são o ácido acético, o ácido propiônico e o ácido butírico, que juntos fornecem entre 50-70% da energia digestível total (Sutton, 1980 Apud Souza, 1999).

Os AGV são produzidos através da fermentação microbiana da celulose e outras matérias orgânicas no rúmen. Cerca de 2/3 do ácido acético absorvido é oxidado e o restante usado em processos metabólicos como a lipogênese; metade do ácido propiônico absorvido é convertido a glicose e o ácido butírico é convertido a corpos cetônicos no epitélio ruminal.

A proporção molar e o fornecimento total de AGV são os maiores determinantes da utilização dos alimentos pelos ruminantes (France et al., 1991). A proporção da concentração molar de Acetato, Propionato e Butirato varia de 75:15:10 até 40:40:20 (Bergman, 1990).

Bergman (1990) informa que 30% do acetato, 50% do propionato e 90% do butirato produzidos no rúmen são metabolizados pelo trato gastrintestinal, não chegando a atingir a circulação portal.

Antunes e Rodriguez (2006) citando Harmon et al. (1991) explicam que o acetato não é tão extensamente metabolizado quanto os demais AGV, destinando-se principalmente para o metabolismo energético dos tecidos periféricos. Apenas pequena quantidade do acetato é metabolizada pelo fígado, representando esse ácido mais de 95% do total de ácidos graxos voláteis circulantes.

O metabolismo do propionato pelo epitélio ruminal é mais extenso, produzindo ATP, CO₂, lactato e alanina. Enquanto que quase a totalidade do butirato é metabolizada pelo epitélio ruminal até corpos cetônicos (Antunes e Rodriguez, 2006).

A absorção dos AGVs no rúmen é estabilizada pelo pH, sendo que os AGVs são absorvidos mais rapidamente na forma não dissociada. Como eles possuem pks ao redor de 4,1 quando o pH cai para valores próximos a esse valor, há um aumento na forma não dissociada de AGV, que favorece a absorção deles (Owens e Goetsch, 1988).

A fermentação das proteínas também produz os três ácidos previamente citados simultaneamente com ácido valérico e os AGV ramificados (isobutírico e isovalérico), entretanto respondem por menos de 5% dos AGV totais produzidos, que provavelmente são mais importantes para os microrganismos na síntese de proteínas, usando NNP, do que para o ruminante propriamente dito (Leek, 1996).

4.2.3.3. Amônia

Em dietas para ruminantes os principais compostos que contêm o nitrogênio são as proteínas, os ácidos nucléicos e a uréia. Esses compostos são degradados por microrganismos que ocupam o nicho dos "fermentadores de proteína, ou seja, aqueles que possuem atividade proteolítica ou os que utilizam/ fermentam aminoácidos e peptídeos (Baldwin E Allison, 1983).

A degradação de aminoácidos em ambiente de anaerobiose, como no rúmen, inclui reações de descarboxilação e desaminação não oxidativa (Prins, 1977). A desaminação excessiva de aminoácidos pelas bactérias ruminais é um processo nutricional indesejável, em razão do acúmulo de amônia no rúmen e do conseqüente aumento na excreção de uréia na urina, que causa gasto energético e diminui a eficiência de utilização do nitrogênio alimentar (Yeck et al., 1975). São poucos os microrganismos que sobrevivem e crescem utilizando os aminoácidos como fonte de energia, na ausência de carboidratos (Bryant, 1977).

A concentração de amônia no rúmen pode ser um indicativo da eficiência de utilização da mesma no rúmen (Satter e Rofler, 1975). Cerca de 60 a 80% do nitrogênio incorporado pela microbiota ruminal vem desta fração nitrogenada (Allen e Miller, 1976). Sendo assim, valores de N-NH₃ (nitrogênio amoniacal) no líquido ruminal permitem inferir sobre o equilíbrio entre a produção e a utilização da mesma pela microbiota, adequada ou não em função da quantidade de energia disponível.

Satter e Styler (1974) indicam 5 mg/100 mL como concentração mínima de N-NH₃ no líquido ruminal, valores inferiores a esse limitam a atividade microbiana ruminal. A concentração ótima de amônia para animais em produção, entretanto, parece ser superior à citada (Van Soest, 1994)

4.3. Material e Métodos

4.3.1. Local, clima e período experimental

O experimento foi conduzido no período de maio a dezembro de 2008, na fazenda experimental senador Álvaro Adolfo, pertencente a Embrapa Amazônia Oriental, localizada no município de Belém, conforme informado no item 3.3.1.

4.3.2. Animais, área experimental, instalações e fornecimento da dieta

Foram utilizados três bubalinos mestiços machos castrados, fistulados no rúmen, com peso inicial de $380,10 \pm 27,21$ Kg e idade aproximada de dois anos. Os animais permaneceram constantemente confinados, em instalações do tipo “tie stall” (Anexo I- Figura 24), com comedouro individual e bebedouro duplo. Na parte posterior aos animais, na instalação, foi adicionada tela de sombrite, para permitir um maior conforto animal (Anexo I- Figura 23).

Os animais foram liberados uma vez por dia, no período matutino, no bezerreiro, onde receberam banho e sal mineral, o que os permitiu, também, locomoção.

Antes do início do experimento foram necessários cinco meses para que os animais fossem castrados, recebessem brincos nasais, além de fistulados e adaptados ao manejo intensivo. Os animais foram vacinados contra carbúnculo sintomático e febre aftosa e vermifugados com ivermectina, no mês de maio de 2008.

A rumenotomia foi realizada através da técnica de duas etapas, onde inicialmente a parede ruminal é exteriorizada para, após sua necrose, ocorrer o corte e a introdução da cânula (Anexo I- Figura 26).

Destaque necessita ser feito quanto à dificuldade dos animais à adaptação ao manejo intensivo. Entre tratamentos, os animais foram soltos por dois dias, permitindo-lhes acesso irrestrito ao sol e espaço. No decorrer dos tratamentos, entretanto, um dos animais necessitava ser solto, normalmente por seis horas a cada quinze dias, visto que interrompia o consumo de

alimentos. Em virtude do relatado, houve extrapolação do prazo inicial estipulado a adaptação da dieta. Ao retornar a baía, o animal retomava o consumo.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, 40% no período matutino e 60% no vespertino, respeitando o hábito noturno da espécie. O fornecido e as sobras foram pesados e amostrados em ambos os fornecimentos. As amostras foram etiquetadas e então armazenadas a -10°C. Ao final da semana, as amostras foram agrupadas em amostras compostas por animal/semana e novamente armazenadas a -10°C. A composição da dieta encontra-se na Tabela 4.

4.3.3. Procedência da Torta de Amêndoa de Dendê e da silagem e tratamentos testados

A torta de Amêndoa de Dendê foi doada pela Agroindustrial Palmasa S/A e fornecida em duas etapas, no início do experimento e durante o tratamento quatro.

A torta foi proveniente das prensas do tipo *AIII*, que demonstraram melhor eficiência de extração (vide capítulo 2).

A silagem foi produzida a partir do capim elefante, plantado objetivando o corrente estudo. O capim foi plantado a partir de mudas provenientes de duas fazendas, distantes 40 e 60 Km da área definitiva. Excetuando-se adubação, nenhum outro tratamento químico foi utilizado, visto a capineira encontrar-se em área de preservação ambiental, próxima a reserva de água de utilização do município.

O corte do capim ocorreu por volta dos 120 dias, quando o mesmo atingiu entre 1,80-2,0 m de altura. A silagem foi produzida contendo 5% de fubá de milho na mistura, haja vista a impossibilidade na região de realizar-se o emurchecimento, face a pluviosidade diária.

A capineira distou seis quilômetros do local da confecção da silagem. O transporte do capim foi realizado por caminhão carregado e descarregado manualmente.

As composições da silagem e da torta de amêndoa de dendê encontram-se na tabela quatro.

Os tratamentos testados foram os diferentes níveis de inclusão da torta de amêndoa de dendê (TAD), conforme citado abaixo:

T1- 100% de Silagem de Capim elefante (SC)

T2- 80% de SC + 20% de TAD

T3- 60% de SC + 40% de TAD

T4- 40% de SC + 60% de TAD

Cada tratamento teve a duração de 29 dias. 15 para adaptação a dieta; sete para determinação da taxa de passagem e sete para degradabilidade *in situ* e ambiente ruminal.

4.3.4. Experimentos

4.3.4.1. Taxa de Passagem

Para os estudos de taxa de passagem 100 g de silagem de capim elefante, mordantada com dicromato de sódio, conforme Udén et al. (1980), descrita no item 4.4.1.1, foram acondicionadas em saco de papel (Anexo I, figura 29) e introduzidas no rúmen dos animais, via cânula ruminal.

Amostras de fezes foram coletadas da ampola retal, nos seguintes horários: 0 (antes da inoculação), 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 42, 48, 54, 60, 72, 84, 96, 108, 120 e 144 após inoculação do material (Anexo I, figura 30). As amostras foram acondicionadas em bandejas de alumínio individuais, devidamente identificadas e armazenadas a -10°C até o momento da análise.

O modelo utilizado, para determinar o TMR, foi o proposto por Faichney (1975):

$$TMR = \frac{\sum [m_i \cdot \frac{(t_{i-1} + t_i - t_{i-1})}{2}]}{\sum m_i}$$

Em que m_i é a quantidade de indicador excretado no i intervalo de tempo e t_i , o intervalo de tempo entre o fornecimento do indicador e i tempo de coleta fecal.

A *taxa de passagem* (k) das fezes ao longo do trato digestivo foi estimada como o inverso do tempo médio de retenção (TMR), através da fórmula: $k (\% h^{-1}) = 1/TMR$

O *tempo de trânsito* (TT), ou o primeiro aparecimento do cromo nas fezes, foi determinado avaliando-se individualmente as leituras de cromo.

4.3.4.1.1. Marcha de preparo da Fibra Mordente (500g de fibra contendo de 8 a 10% de cromo) (Úden et al., 1980)

a) Ferver um quilo do material em 12 litros de água corrente + 200 mL de detergente neutro comercial (sem glicerina), por duas horas, mexendo frequentemente. Em seguida, coar em sacos de pano (pano de chão limpo, de preferência novo) e enxaguar em água corrente até a retirada completa do detergente. Secar em estufa de ar circulante a 65°C por 24 horas;

OBS: Devido ao grande volume, o material foi dividido em duas partes, contendo 500g cada um da silagem de capim elefante, e fervido em dois recipientes, cada um contendo a metade do volume final. Devido à falta de estrutura (fogão, gás,...) o material foi acondicionado em duas latas de manteiga (adquiridas em supermercado) e fervido em fogueira, o tempo contado a partir do início da fervura.

b) Separar o material seco em duas bandejas, adicionar metade da solução de dicromato de sódio (ver item abaixo) em cada bandeja, misturar bem para total imersão do material. Cobrir as bandejas com papel alumínio e retornar o material para a estufa ventilada, por 24 horas a 100°C (Anexo I, figura 27).

Solução de Dicromato de sódio: Adicionar 112 gramas de dicromato de sódio em 4 litros de água destilada. **OBS:** Essa forma de Cromo é cancerígena e requer equipamento de segurança para manuseio (Anexo I, figura 28).

c) Colocar o material em sacos de algodão limpos (pano de chão) e enxaguar até que a coloração da água esteja laranja claro. Distribuir novamente o material nas bandejas limpas, adicionar metade da solução de ácido ascórbico em cada uma das duas bandejas (ver abaixo) e misturar ocasionalmente por uma hora, em temperatura ambiente. Em seguida, enxaguar em

água corrente, ainda nos sacos de algodão, por 15 minutos ou até a remoção da solução verde em excesso. Secar o material em estufa ventilada por 24 horas a 65°C.

Solução de ácido ascórbico: 250 g de ácido ascórbico dissolvidos em um litro de água destilada.

OBS: Todo o resíduo foi acondicionado em tambores, posteriormente tratado e só então descartado.

4.3.4.2. Degradabilidade *in situ* e Ambiente Ruminal

A degradabilidade *in situ* da matéria seca, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e proteína bruta da silagem de capim elefante e da TAD foi estudada em três bubalinos fistulados, nos quatro níveis de TAD testadas.

A silagem, antes de ser encubada, foi pré seca a 65°C por 72 horas e moída em moinho tipo Willey, e peneirada a 5 mm. A TAD não necessitou ser pré seca, porém foi moída e peneirada a 2 mm. 5 mg de cada alimento devidamente moído e peneirado foi acondicionado em sacos confeccionados com tecido drácon, fechados com argolas inoxidáveis e liga de borracha (Anexo I, figura 31). A quantidade de alimento foi calculada para permitir 20 mg do mesmo por cm² de área útil dos saquinhos (Nocek, 1988).

Os tempos de incubação para a silagem foram: 0, 6, 24, 48, 72 e 96 e para TAD: 0, 4, 8, 12, 16, 24, 48, 72 e 96 horas. O tempo zero não foi incubado, os demais horários foram incubados durante a alimentação matutina, sendo retirados nos horários citados. Após a retirada dos sacos, os mesmos foram rapidamente lavados em água corrente a temperatura ambiente, para retirada de excesso de material ruminal, mergulhados em água com gelo e armazenados a -10°C para posteriores análises. Para a estimativa da degradabilidade efetiva (%) foram utilizadas as taxas de passagem de 2 e 5%/hora, assim como a verdadeira, ou seja, a encontrada no ensaio de taxa de passagem.

Para o ambiente ruminal, amostras de líquido ruminal foram coletadas em cinco pontos do rúmen dos animais, filtrado em camada dupla de gaze nos tempos 0 (momentos

antes do fornecimento da dieta), 1, 3, 6, 9 e 12 (horas pós prandial). O pH foi medido, após a filtragem, através de potenciômetro digital de bancada.

Imediatamente após filtragem, 50 mL do líquido (visando o estudo de N-NH₃) foi adicionado a 10 mL de ácido sulfúrico a 50% (vol/vol) e 2mL (para estudos de AGV) foram preservados com 1 mL de ácido metafosfórico a 20%. Ambos recipientes foram mantidos a -10°C até o momento da análise.

Todo o material congelado foi enviado para o laboratório de nutrição animal da Escola de Veterinária da Universidade de Minas Gerais, em caixas hermeticamente fechadas, com gelo reciclável.

4.3.4.3. Análises Laboratoriais

As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.

Para os estudos referentes a taxa de passagem as amostras congeladas foram descongeladas a temperatura ambiente, pesadas e então secas a 55°C por 72 horas, em estufa de ar circulante. As amostras secas em estufa foram resfriadas a temperatura ambiente e novamente pesadas para determinação da matéria pré-seca, e em seguida moídas a 1 mm. Uma amostra pré-seca foi seca a 105°C para determinação de MS, e a concentração de cromo determinada por espectrofotômetro de absorção atômica, modelo Perkin Elmer 3110, conforme metodologia de Silva e Queiroz (2002).

Para estudos de degradabilidade *in situ* os sacos foram descongelados, lavados em água até não mais a água resultante da lavagem aparentar suja. Em seguida foram retirados os anéis e a borracha de lacre dos sacos, que foram então dobrados e secos em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, resfriados em dessecador, pesados em balança analítica, e moídos em moinho do tipo “Thomas Willey” dotado de peneira com crivos de 1mm.

Os alimentos foram analisados para MS e PB, conforme AOAC (1995) e FDN e FDA conforme Van Soest (1991). A concentração encontrada de cada um desses nutrientes foi utilizada para determinar, junto com o peso das amostras incubadas, o desaparecimento das respectivas frações.

A fração solúvel dos alimentos foi determinada em função da perda de material nos saquinhos de tempo zero. A degradabilidade no rúmen foi determinada pelo modelo proposto por Mehrez e Orskov (1977), que é:

$$P = a + b(1 - e^{-ct}), \text{ onde:}$$

- P = percentual de degradação em um tempo t (horas) de incubação ruminal;
- a = intercepto da curva de degradação no tempo zero, ou seja, do substrato solúvel, competamente degradado;
- b = degradabilidade potencial do material que permaneceu os saco após o tempo zero, ou seja, o substrato potencialmente degradável;
- c = taxa fracional constante de degradação da fração potencialmente degradável remanescente.

A degradabilidade efetiva (DE%) foi encontrada a partir do modelo de Orskov e McDonald (1979), que é o seguinte:

$$DE (\%) = a + [(b*c)/c + kp], \text{ onde:}$$

- a, b e c foram os parâmetros encontrados na equação anterior;
- kp = taxa de passagem das partículas pelo rúmen.

O pH foi lido em potenciômetro digital de bancada, após calibragem com soluções padrão de pH 4,00 e 7,0. Os AGV foram determinados por cromatografia gasosa, em equipamento da Shimadzu, modelo GC-17A, acoplado a microcomputador. A coluna utilizada foi a Nukol TM, capilar de sílica fundida, da Supelco. O N-NH₃ foi analisado segundo o método Micro-Kjeldahl, conforme AOAC (1995).

4.3.4.4. Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, em arranjo de parcelas subdivididas. Sendo os blocos os três bubalinos, a parcela os níveis de TAD e a subparcela os horários de coleta.

Os animais foram adaptados a dieta por 15 dias e sete dias de coleta foram destinados para cada estudo em sequência. A taxa de passagem, a degradabilidade *in situ*, o ambiente ruminal e o esvaziamento ruminal foram analisados pelo programa estatístico SISVAR 5.0 (Ferreira, 2007), com comparação de média feita pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK) ou teste t, ao nível de 5% de probabilidade, conforme coeficiente de variação encontrado. O quadro de análise de variância dos estudos de degradabilidade *in situ* da silagem e da TAD encontra-se a seguir.

Fonte de Variação	GL
Total	23
Alimento	1
Tratamento	3
Alimento x Tratamento	3
Blocos	2
Erro A	14
Total (Subparcela)	119
Tempo	4
Alimento x Tempo	4
Dieta x Tempo	12
Alimento x Tempo x Dieta	12
Erro B	64

Os parâmetros ruminais (pH, AGV e N-NH₃) foram analisados para cada tratamento experimental através do delineamento em blocos ao acaso, em um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos (níveis de inclusão da dieta: 0, 20, 40 e 60%) e nas sub-parcelas os tempos de colheita (0,1, 3, 6, 9 e 12 horas), com três repetições, segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + F_j + T_k + FT_{jk} + e_{ijk} \text{ onde:}$$

- Y_{ijk} = observação da repetição i , no tratamento j , e no tempo de colheita k .
- μ = média geral
- F_j = efeito do tratamento j ($j = 0, 20, 40$ e 60%)
- T_k = efeito do tempo de colheita k ($k = 0, 1, 3, 6, 9$ e 12)
- FT_{JK} = interação dos efeitos do tratamento j com o tempo de colheita k
- e_{ijk} = erro aleatório associado à observação

4.4. Resultados e Discussão

4.4.1. Taxa de Passagem

O tempo médio de retenção, a taxa de passagem do marcador para as partículas sólidas da silagem através do retículo rúmen, assim como o tempo de trânsito do alimento em cada nível de inclusão estudado, encontram-se na tabela 10.

Verifica-se que a taxa de passagem, nos quatro níveis de inclusão da torta de dendê, encontra-se em torno de 2%/hora, com tempo de permanência no rúmen em torno de 53 horas (TMR). Essa lenta taxa de passagem é característica de alimentos volumosos, que necessitam de um maior tempo para melhor degradação no ambiente ruminal.

O consumo voluntário de determinado alimento é afetado pela taxa de passagem desse no rúmen; quanto mais lenta a passagem, menor será o consumo (Van Soest, 1994). No corrente estudo o menor consumo de MS (tabela 7), e a menor taxa de passagem (tabela 10) foram encontrados no tratamento três (40% de TAD).

Os baixos valores de taxa de passagem eram esperados para o volumoso estudado, ou seja, a silagem. As forrageiras tropicais apresentam em geral valores baixos de taxa de passagem, principalmente em função do elevado teor de fibra em sua composição química (Ribeiro, 2009); já os alimentos concentrados possuem taxas de passagem mais elevadas.

O fato da taxa de passagem permanecer baixa mesmo em dietas contendo 60% de TAD complementa os dados encontrados pelos ensaios de digestibilidade aparente e

degradabilidade *in situ*, que indicam que a TAD, na realidade, possui características de volumoso e não de concentrado, dessa forma sugere-se que a TAD seja utilizada como fonte de volumoso e não de concentrado.

No estado do Pará, que possui sua preservação ambiental acompanhada e desejada mundialmente, a possibilidade de utilização da TAD como volumoso parece ser uma alternativa viável que pode colaborar com a redução de aberturas de novas áreas de pastagens, sem reduzir o crescimento da atividade pecuária. O grande volume do produto disponível ao longo do ano parece viabilizar ainda mais essa sugestão.

As questões ambientais vêm desafiando a agropecuária mundial, exigindo da mesma maior eficiência na exploração dos recursos naturais, forçando o setor a busca por tecnologias que permitam conciliar uso racional dos meios de produção com produção de alimentos de maneira sustentável (Guimarães Júnior et al., 2010).

Parece ser uma característica da espécie bubalina uma menor taxa de passagem. Masucci et al. (2004) testando diferentes proporções volumoso:concentrado e comparando bubalinos com ovinos, encontraram taxas de passagem mais lentas para bubalinos (2,5 vs 4,1 %/h), e maiores TMRs (65,7 vs. 46,0 h) quando comparados com os ovinos.

Pereira et al. (2007) avaliando a taxa de passagem de partículas do volumoso em novilhas leiteiras confinadas, alimentadas com 30 ou 60% de FDN, observaram que a mesma diminuiu de 4,04 para 3,76 %/h com ou aumento do nível de FDN da dieta.

No presente estudo, porém, os teores de FDN da silagem e da torta foram muito similares, o que permite inferir pelos dados de passagem (tabela 10) que a fibra da torta possui características fermentativas ligeiramente diversas da silagem, provavelmente pela forma como a fibra se conjugou espacialmente.

Tabela 10: Tempo médio de Retenção (TMR), Taxa de Passagem e Tempo de Trânsito (TT) da silagem de capim elefante fornecida a búfalos, recebendo diferentes níveis de TAD.

Tratamento TAD%	TMR (Horas)	Taxa de Passagem (h-1)	TT (Horas)
0	51,58	1,94	12
20	48,89	2,06	12
40	56,55	1,77	12
60	55,40	1,81	12

A taxa de passagem no rúmen-retículo nos tratamentos três e quatro (40 e 60% de TAD respectivamente) foi numericamente menor, o que poderia ser um efeito da maior inclusão do extrato etéreo proveniente do óleo vegetal na dieta total (Shingfield et al., 2008), sem que esse aumento, entretanto tenha acarretado prejuízos na saúde do animal. No entanto, segundo Ribeiro (2009), suplementos lipídicos normalmente acarretam um maior tempo de retenção no rúmen, devido à redução da taxa de degradação da fibra pelo comprometimento da ação microbiana, além da redução na taxa de passagem.

O tempo médio de retenção (TMR) representa o tempo em que um determinado alimento permanece no rúmen, possibilitando a ação de microrganismos para que ocorra a redução do tamanho de partículas alimentares. É o inverso da taxa de passagem (k_1), ou seja $1/k_1$ (Forbes, 1995). O TMR é influenciado pela concentração de fibra na dieta, dietas ricas em fibra possuem elevados TMR.

Os valores de TMR encontrados foram elevados, em torno de 53%, porém menores do que os relatados por Bartocci et al. (1997), que estudaram a taxa de passagem em bubalinos recebendo diferentes relações forragem:concentrado. O TMR foi elevado até em níveis de inclusão de 60% de TAD na dieta. O tempo de retenção encontrado no presente estudo reafirma a idéia de que a dieta foi basicamente composta por volumosos, haja vista ter requerido um maior tempo para a degradação do alimento, uma inclusão de concentrado acarretaria em aumento da taxa de passagem. A degradação de constituintes da parede celular é um processo relativamente lento (Massuci et al., 1994; Demmet e Van Soest, 1985).

O tempo médio de trânsito foi 12 horas nos quatro tratamentos, ou seja, o primeiro momento em que se identificou o marcador nas fezes após a inoculação.

4.4.2. Degradabilidade *in situ*

A degradabilidade efetiva da silagem e da TAD, nos quatro tratamentos, estimada a partir das taxas de passagem de 2 e 5 %/hora, ou calculada a partir da taxa de passagem verdadeira (Tabela 10) encontram-se na tabela 11.

Tabela 11: Degradabilidade efetiva (%) da matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) da silagem e da TAD, nos diferentes níveis de inclusão da TAD, estimada a partir das taxas de passagem 2 e 5%/h ou calculada a partir da taxa de passagem verdadeira.

Taxa de Passagem	Degradabilidade Efetiva em função do Alimento, Tratamento e Nutriente							
	Silagem				TAD			
	0	20	40	60	0	20	40	60
	MS							
2%/h	48,86	43,70	43,93	37,31	57,66	60,90	59,83	63,38
5%/h	36,85	32,98	37,47	27,65	41,11	47,05	49,17	48,89
Verdadeira*	49,18	43,41	44,52	38,20	58,14	60,54	60,84	64,63
	FDN							
2%/h	40,75	34,80	37,77	29,14	50,11	53,59	47,74	57,38
5%/h	27,37	23,32	30,60	18,40	32,64	39,25	36,38	41,83
Verdadeira*	41,15	34,46	38,47	30,35	50,65	53,21	48,91	58,78
	FDA							
2%/h	31,79	25,96	26,24	18,86	34,15	36,74	21,19	32,50
5%/h	18,90	15,85	17,30	9,73	19,93	23,92	14,71	19,68
Verdadeira*	32,23	25,63	27,32	20,05	34,65	36,35	21,94	33,90
	PB							
2%/h	58,43	55,81	62,98	55,01	50,40	48,51	56,04	57,17
5%/h	52,65	46,49	60,59	51,20	29,58	33,71	41,20	35,96
Verdadeira*	58,56	55,59	63,17	55,27	51,12	48,06	57,76	59,48

* Taxa de passagem verdadeira encontrada no ensaio de taxa de passagem (Tabela 8).

Os valores de degradabilidade efetiva (Tabela 11) obtidos com as taxas de passagem verdadeiras foram muito próximos aos observados com a taxa de passagem estimada de 2%/h,

o que demonstra que a degradabilidade ruminal de ambos os alimentos está relacionada à baixa taxa de passagem, e um maior tempo de retenção no rúmen.

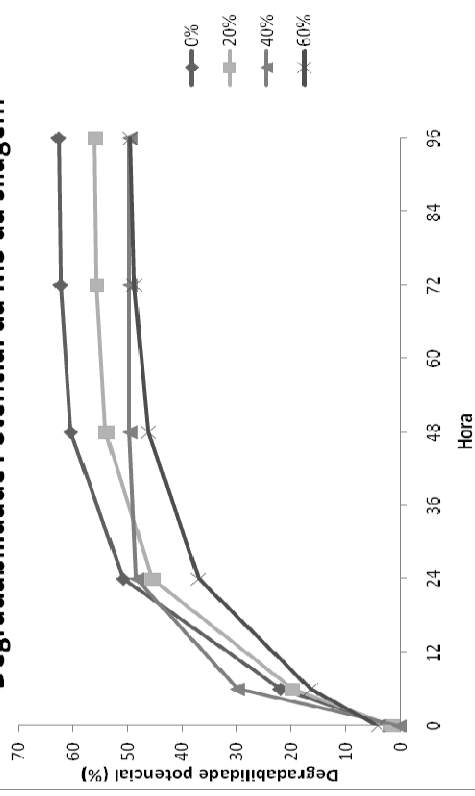
A degradabilidade efetiva verdadeira da MS, FDN e FDA foram superiores na TAD, em todos os níveis de inclusão estudados, excetuando-se para FDA no tratamento três (40% de inclusão); isso demonstra que a TAD possui um melhor aproveitamento para o animal, característica que necessita ser mais bem compreendida, principalmente quanto à efetividade da fibra, haja vista a mesma não ter sido estudada, pois se desejava conhecer a TAD como alimento concentrado e não volumoso.

A ligeira superioridade da degradabilidade efetiva para FDN (Tabela 11) pode reforçar a ideia de que expressar a FDN não é suficiente para entender a fermentação da porção fibrosa, necessitando-se o conhecimento proporcional de seus constituintes (celulose, hemicelulose e lignina), como também a forma como se ligam espacialmente.

Para Broderick et al. (1998) os estudos de degradação da proteína bruta sofrem grande influência da fração solúvel, devido ao carreamento de boa parte da proteína rapidamente degradável, permanecendo nos sacos de incubação apenas as frações de degradação mais lentas.

A degradabilidade potencial de MS, FDN, FDA e PB podem ser visualizadas nos gráficos três a dez. Os resultados mostram que a mesma foi alcançada por volta das 48 horas, tanto para silagem quanto para a TAD, nos diferentes níveis de inclusão; excetuando-se a degradabilidade potencial de MS e FDN em 40% de TAD, que foi atingido por volta de 24 horas.

Degradabilidade Potencial da MS da silagem



Degradabilidade potencial da MS da TAD

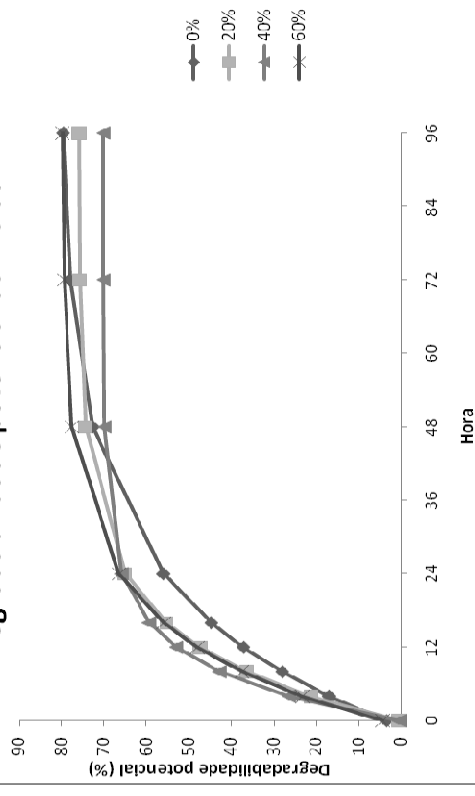


Gráfico 3: Degradabilidade Potencial da MS da silagem.

Degradabilidade potencial de FDN da silagem

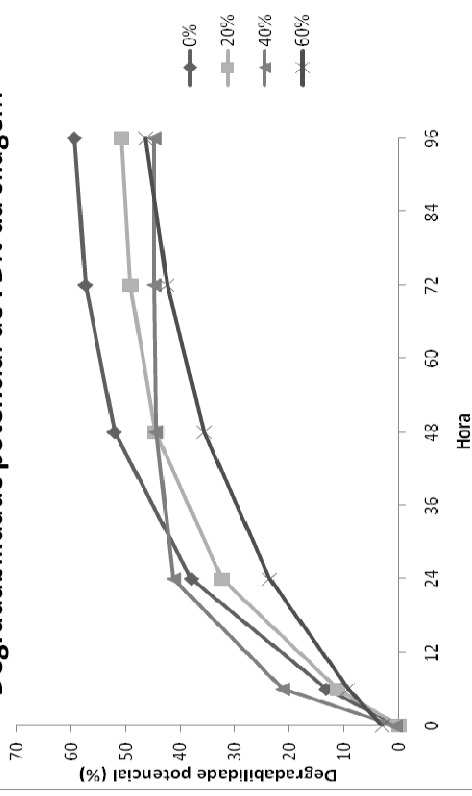


Gráfico 4: Degradabilidade Potencial da MS da TAD

Degradabilidade potencial de FDN da TAD

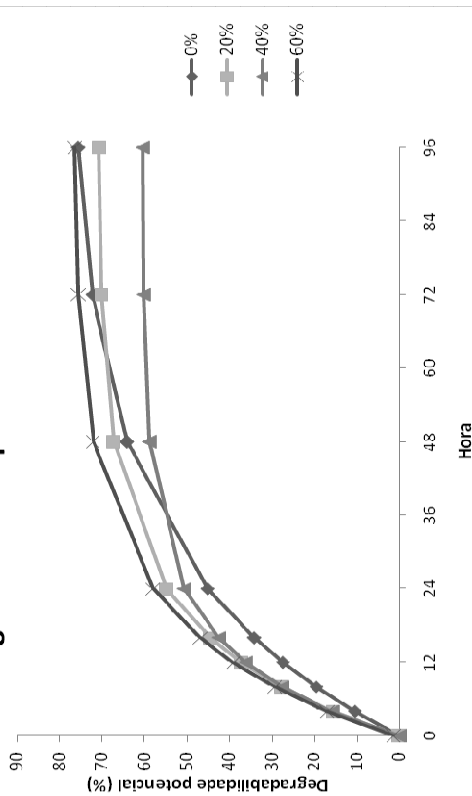


Gráfico 5: Degradabilidade Potencial da FDN da silagem

Gráfico 6: Degradabilidade Potencial da FDN da TAD

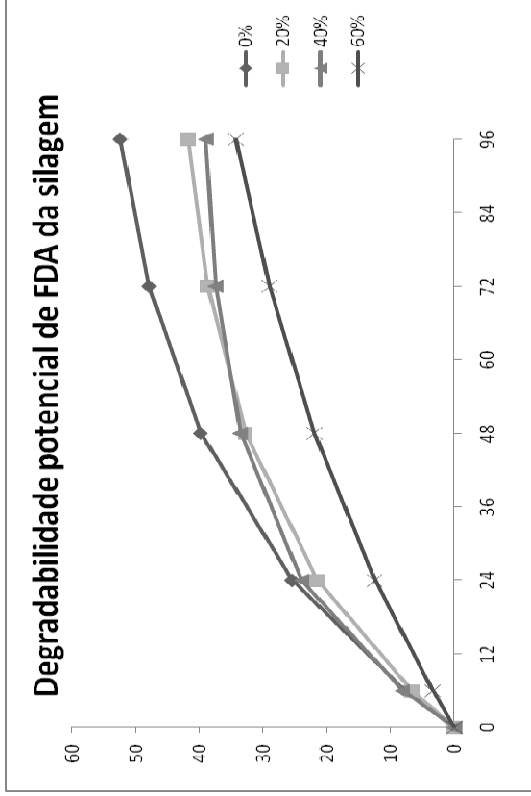


Gráfico 7: Degradabilidade Potencial da FDA da silagem

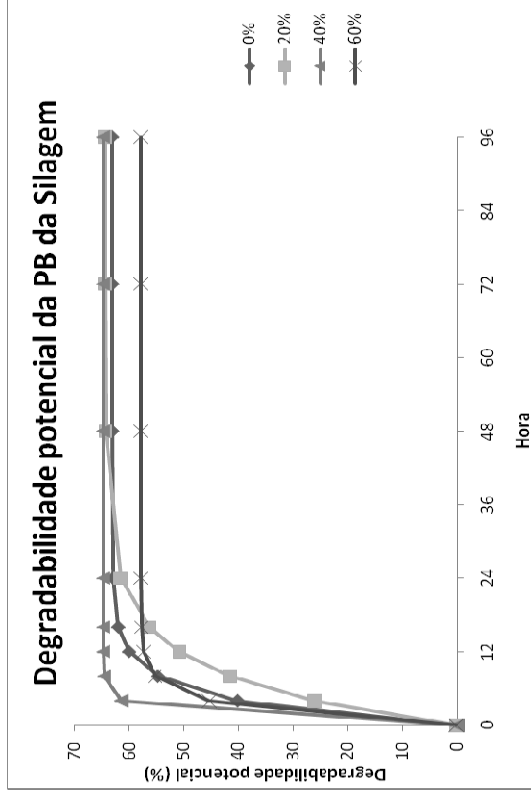


Gráfico 9: Degradabilidade Potencial de PB da silagem

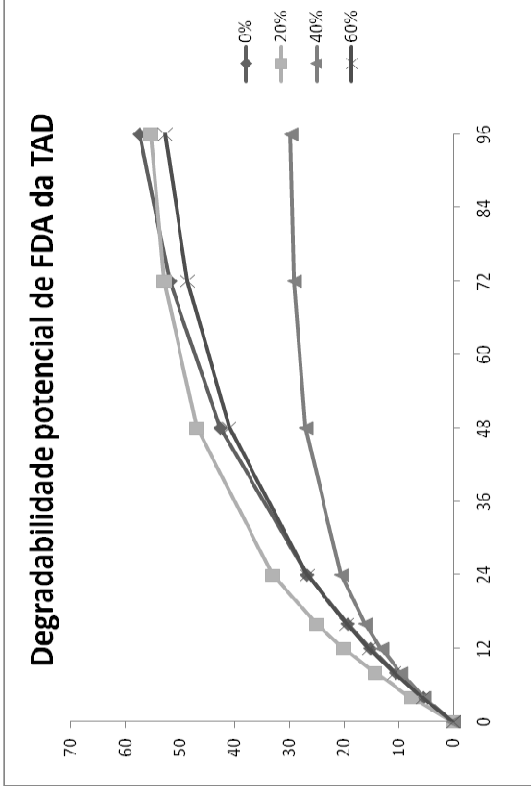


Gráfico 8: Degradabilidade Potencial da FDA da TAD

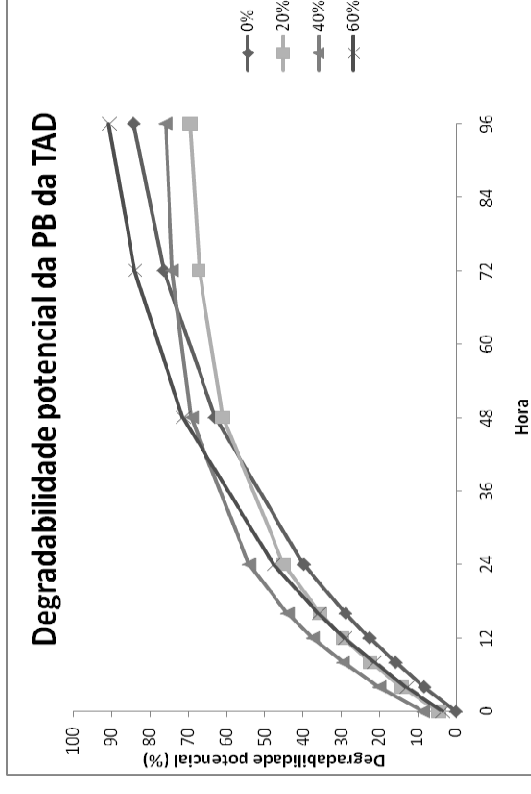


Gráfico 10: Degradabilidade Potencial de PB da TAD

Os parâmetros de degradação ruminal da MS, FDN, FDA e PB da silagem e da TAD podem ser visualizados na tabela 12. As frações solúveis (a) da silagem e da torta foram similares e muito reduzidas, o que indica a resistência ao ataque bacteriano além de contaminação microbiana dos resíduos, importante nas primeiras horas da incubação de alimentos fibrosos. A fração insolúvel potencialmente degradável (b) foi a mais expressiva em ambos os alimentos, com desaparecimento similar entre os dois alimentos, mais uma vez reafirmando a característica volumosa da TAD. Os parâmetros de degradação ruminal estão consistentes com os encontrados por Settineri et al. (1994) que estudaram a degradação ruminal de diferentes alimentos em bubalinos e bovinos.

As frações potencialmente degradáveis (b) da MS, FDN, FDA e PB foram superiores na TAD, excetuando-se para FDA em inclusão de 40%. Sendo que para a silagem, a fração *b*, particularmente da parede celular, decresceu à medida que aumentou a concentração de torta na dieta, fato que não aconteceu com a TAD, indicando provável efeito inibidor dos lípidos insaturados da torta.

A degradabilidade potencial da proteína mostrou-se mais elevada na torta com valores de 95% nos tratamentos extremos com zero e 60% de TAD, porém, as taxas de degradação foram lentas e mesmo com altos tempos de permanência no rúmen a degradabilidade efetiva ficou em torno de 58% (Tabela 11).

Os resultados de degradabilidade efetiva, potencial e taxa de degradação da silagem e da TAD foram semelhantes, o que indica que a TAD é um alimento essencialmente volumoso.

A menor degradabilidade da fração potencialmente degradável de MS, FDN, FDA e PB da TAD no tratamento 40% de TAD demonstram uma redução na qualidade do alimento silagem, o que explica os menores índices encontrados nesse tratamento em todos os estudos realizados. O potencial de degradação (S), principalmente da PB (Tabela 12) demonstra a necessidade de cuidados quanto à escolha de fontes de carboidratos a serem ministradas em conjunto com a TAD, para que haja um melhor aproveitamento por parte de microrganismos ruminais, não permitindo a perda de PB no rúmen na forma de amônia.

Tabela 12: Parâmetros do modelo de degradação ruminal de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) da silagem e da torta de amêndoa de dendê (TAD), em diferentes tratamentos (níveis de TAD: 0,20,40 e 60%) em bubalinos.

Tratamento	Silagem				Torta			
	MS				FDN			
	a (%) ¹	b (%) ²	c (%/h) ³	S (%) ⁴	a (%) ¹	b (%) ²	c (%/h) ³	S (%) ⁴
0%	1,62	61,13	6,80	62,75	3,61	76,57	4,800	80,18
20%	1,53	54,57	6,80	56,10	0,43	75,40	8,100	75,83
40%	0,22	49,42	15,30	49,64	0,46	69,52	11,700	69,98
60%	4,13	45,70	5,30	49,83	4,43	75,33	7,200	79,76
	FDN				FDA			
	a (%) ¹	b (%) ²	c (%/h) ³	S (%) ⁴	a (%) ¹	b (%) ²	c (%/h) ³	S (%) ⁴
0%	0,17	60,37	4,10	60,54	0,02	77,92	3,60	77,94
20%	0,00	51,77	4,10	51,77	0,03	70,85	6,20	70,88
40%	0,72	44,11	10,50	44,83	0,01	60,29	7,60	60,30
60%	3,02	48,83	2,30	51,85	1,40	75,28	5,80	76,68
	FDA				PB			
	a (%) ¹	b (%) ²	c (%/h) ³	S (%) ⁴	a (%) ¹	b (%) ²	c (%/h) ³	S (%) ⁴
0%	0,00	58,29	2,40	58,29	0,01	65,18	2,20	65,19
20%	0,00	45,19	2,70	45,19	0,01	57,13	3,60	57,14
40%	0,02	40,02	3,80	40,04	0,01	30,01	4,80	30,02
60%	0,00	50,28	1,20	50,28	0,01	57,49	2,60	57,50
	PB				PB			
	a (%) ¹	b (%) ²	c (%/h) ³	S (%) ⁴	a (%) ¹	b (%) ²	c (%/h) ³	S (%) ⁴
0%	0,12	62,92	2,53	63,04	0,02	94,97	2,26	94,99
20%	0,01	64,42	1,30	64,43	4,46	66,46	3,93	70,92
40%	0,01	64,67	7,40	64,68	8,65	68,09	4,58	76,74
60%	0,11	57,78	3,82	57,89	3,38	95,00	2,61	98,38

¹a: Fração Solúvel, ²b: Fração Insolúvel potencialmente degradável, ³c: Taxa de degradação, ⁴S: Potencial de Degradação = A +

B.

4.4.3. Ambiente Ruminal

4.4.3.1. pH ruminal

Os valores de pH encontram-se na Tabela 13. Houve interação estatística entre os tratamentos estudados (nível de inclusão da TAD) e as horas de coleta ($p < 0,05$). O valor médio de pH nos quatro níveis de inclusão de TAD e nos diferentes horários de coleta foi 6,82. O coeficiente de variação (CV) foi 1,41% e por esse motivo as médias foram comparadas pelo teste SNK. O pH diminuiu após nove horas pós prandial nos tratamentos 0% e 20% e após seis horas no tratamento 40%, permanecendo igual ao longo das horas no tratamento 60%.

Nota-se que até as três horas pós prandial houve um comportamento equivalente de pH nos diferentes tratamentos (abab) e que a seis horas ocorre uma variação desse comportamento do pH em função da dieta. No geral somente após nove horas pós alimentação, nos tratamentos 0, 20 e 40% de TAD ocorreu o início do declínio do pH. A 60% não houve variação de pH em função da hora pós prandial.

Van Soest (1994) informa que a faixa de pH adequada para que as bactérias celulolíticas possam ter suas atividades normais está entre 6,2 e 7,2, com pH Ideal igual a 6,7. O pH em todos os tratamentos e horários de coleta estão na faixa sugerida por Van Soest (1994), não havendo indício de ambiente prejudicial a atividade das bactérias celulolíticas. Fato esse decorrente dos altos teores de FDN e baixos carboidratos solúveis.

Tabela 13: Potencial hidrogeniônico (pH) em função do tempo de coleta após alimentação em bubalinos recebendo diferentes níveis de TAD.

Tratamento TAD%	pH ¹					
	Hora					
	0	1	3	6	9	12
0	7,11 Aa	7,16 Aa	7,05 ABa	7,15 Aa	6,85 Ca	6,89 BCa
20	6,71 Ab	6,61 Ab	6,59 Ab	6,52 Ac	6,19 Bb	6,19 Bb
40	7,30 Aa	7,15 Aa	7,24 Aa	6,97 Bab	6,63 Cc	6,45 Dc
60	6,74 Ab	6,80 Ab	6,76 Ab	6,90 Ab	6,93 Aa	6,79 Aa

*Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si, pelo teste SNK ($p < 0,05$).

** Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste SNK ($p < 0,05$).

¹Média geral=6,82 e CV= 1,41%.

4.4.3.2. Produção de Amônia (N-NH₃)

Os valores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) encontram-se na tabela 14. A concentração média foi de 9,85 mg/100mL, oscilando de 2,06 a 18,24 mg/100mL e coeficiente de variação de 23,41%, optando-se pelo teste t para comparação de médias. Nos tratamentos de 0 a 40% de inclusão de TAD as concentrações de N-NH₃ foram superiores a 5mg/100 mL, concentração mínima necessária para adequada fermentação ruminal (Satter e Slyter, 1974).

No tratamento 60% a concentração de N-NH₃ (média de 2,78 mg/100 mL) foi inferior ao mínimo adequado. Possivelmente, a degradabilidade efetiva e potencial do FDN da TAD visivelmente mais elevada que a da silagem (Tabela 11) disponibilizou mais energia para síntese de proteína microbiana tornando insuficiente a amônia disponível no rúmen o que sugere a necessidade de elevar a proteína da dieta com uma fonte de nitrogênio com taxa de degradação semelhante à da FDN do TAD a fim de manter a sincronia do nitrogênio e a energia disponíveis no ambiente ruminal para uma máxima eficiência de síntese de proteína microbiana (Van Soest,1994).

Tabela 14: Concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃, mg/100mL) em função do tempo de coleta após alimentação em bubalinos recebendo diferentes níveis de TAD.

Tratamento TAD%	N-NH ₃ (mg/100mL) ¹					
	Hora					
	0	1	3	6	9	12
0	6,93 Ca	13,18 Ba	19,43 Aa	8,95 Cb	14,19 Bab	13,34 Ba
20	7,94 Ca	12,16 Ba	12,67 Bb	12,00 Bb	16,55 Aa	13,51 ABa
40	8,45 CDa	13,68 Ba	11,32 BCb	18,24 Aa	11,32 BCb	5,91 Db
60	2,21 Ab	3,45 Ab	3,12 Ac	2,61 Ac	2,06 Ac	3,20 Ab

*Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si, pelo teste t (p<0,05).

** Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste t (p<0,05).

¹Média geral 9,85 mg/100mL e CV= 23,41%.

4.4.3.3. Ácidos graxos voláteis no fluido ruminal (Acetato, Propionato e Butirato)

As concentrações de Acetato (mmol/100mL) encontram-se na tabela 15.

Houve decréscimo da concentração de acetato (mmol/100 mL), conforme se introduziu TAD (Tabela 15). Entretanto houve aumento percentual de acetato em relação aos AGVs totais (Tabela 18).

Tabela 15: Concentração de Acetato (mmol/100mL) em função do tempo de coleta após alimentação em bubalinos recebendo diferentes níveis de TAD.

Tratamento TAD%	Acetato(mmol/100mL) ¹					
	Hora					
	0	1	3	6	9	12
0	9,44 Ba	8,42 Bab	19,74 Aa	10,74 ABa	9,08 Bab	7,14 Bab
20	6,54 Aa	10,68 Aa	9,38 Ab	8,53 Aa	10,13 Aa	10,56 Aa
40	6,30 BCa	4,11 Cc	6,10 BCbc	6,36 BCab	8,29ABab	11,55 Aa
60	5,56 Aa	5,81 Abc	5,17 Ac	4,71 Ab	5,26 Ab	5,08 Ab

*Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si, pelo teste t (p<0,05).

** Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste t (p<0,05).

¹Média geral 8,11 mg/100mL e CV= 36,86%.

O aumento percentual de acetato (Tabela 18) é característico de dieta volumosa. Em dietas à base de forragem a digestão intensa da celulose pelos microrganismos celulolíticos e fermentação dos carboidratos solúveis estimula a produção de acetato, contudo a duração da intensidade da ruminação é influenciada também pelo nível e forma da fibra ingerida (NUSSIO et al., 2006).

O aumento do percentual de acetato intensifica a hipótese de que a TAD é um alimento volumoso.

As concentrações de Propionato (mmol/100mL) encontram-se na tabela 16.

Tabela 16: Concentração de Propionato (mmol/100mL) em função do tempo de coleta após alimentação em bubalinos recebendo diferentes níveis de TAD.

Tratamento TAD%	Propionato (mmol/100mL) ¹					
	Hora					
	0	1	3	6	9	12
0	3,51 Ba	3,40 Bab	7,57 Aa	3,69 Ba	3,52 Ba	2,74 Ba
20	3,10 Aab	4,23 Aa	3,60 Ab	3,14 Aab	4,22 Aa	3,12 Aa
40	1,46 ABb	1,34 Bc	1,78 ABbc	1,89 ABab	2,61 ABab	3,25 Aa
60	1,44 Ab	1,54 Abc	1,33 Ac	1,25 Ab	1,40 Ab	1,68 Aa

*Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si, pelo teste t (p<0,05).

** Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste t (p<0,05).

¹Média geral 2,78 mg/100mL e CV= 39,20%.

A produção de propionato reduziu conforme aumento do nível de inclusão de TAD na dieta (Tabelas 16 e 18), independente do horário de amostragem. Essa é mais uma característica que afirma que a TAD é um alimento volumoso, já que em rações ricas em amido a população microbiana, especialmente em pH mais baixo produz mais propionato (Nussio et al., 2006)

As concentrações de Butirato (mmol/100mL) encontram-se na Tabela 17. Como aconteceu com o acetato e o propionato, os níveis de butirato também diminuíram com o aumento de torta na ração (Tabela 18). Os valores encontrados foram inferiores aos observados por Sivkova et al. (1994) que foram de 8,96 mmol/100mL em dieta com 55:45 concentrado:volumoso, e por Trufchev et al. (1994) de 10,51 mmol/100mL com relação concentrado:volumoso de 16:84, ambos estudos em búfalos.

Tabela 17: Concentração de Butirato (mmol/100mL) em função do tempo de coleta após alimentação em bubalinos recebendo diferentes níveis de TAD.

Tratamento TAD%	Butirato (mmol/100mL) ¹					
	Hora					
	0	1	3	6	9	12
0	0,89 ABCa	0,63 BCab	1,53 Aa	1,18 Aba	0,65 BCa	0,60 bC
20	1,25 Aa	0,93 Aa	0,85 Aab	0,80 Aa	1,09 Aa	0,75 Ab
40	0,47 Cb	0,41 Cb	0,57 BCbc	0,87 ABa	1,10 Aa	1,35 Aa
60	0,36 Ab	0,40 Ab	0,34 Ac	0,29 Ab	0,31 Ab	0,35 Ac

*Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si, pelo teste t (P>0,05).

** Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste t (P>0,05).

¹Média geral 0,75 mg/100mL e CV= 41,81%.

As proporções molares dos três AGV encontram-se na Tabela 18.

Tabela 18: Proporção Molar de Acetato: Propionato: Butirato nos diferentes níveis de inclusão de TAD em dietas fornecidas a bubalinos.

Tratamento	AGV					
	Hora					
	0	1	3	6	9	12
	Acetato (%)					
0	68,21	67,63	68,45	68,80	68,53	68,13
20	60,06	67,42	67,82	68,40	65,61	73,18
40	76,55	70,14	72,19	69,74	69,08	71,52
60	75,54	74,97	75,58	75,36	75,47	71,45
	Propionato (%)					
0	25,36	27,31	26,25	23,64	26,57	26,15
20	28,47	26,70	26,03	25,18	27,33	21,62
40	17,74	22,87	21,07	20,72	21,75	20,12
60	19,57	19,87	19,44	20,00	20,09	23,63
	Butirato (%)					
0	6,43	5,06	5,31	7,56	4,91	0,60
20	11,48	5,87	6,15	6,42	7,06	0,75
40	5,71	7,00	6,75	9,54	9,17	1,35
60	4,89	5,16	4,97	4,64	4,45	0,35

A relação média Ac:Pr:Bu de 68:26:6 no tratamento sem TAD e de 75:20:5 no tratamento com 60% de TAD confirmam a característica volumosa da torta. Poderia pensar-se que o nível crescente de óleo nas rações com TAD provocou queda na digestibilidade da parede celular e conseqüentemente menor produção de AGV, no entanto, a degradabilidade potencial e a efetiva do FDN em torno de 60% no tratamento com 60% de torta e os baixos níveis de amônia sugerem que a queda na concentração de AGV pode ser conseqüência do aumento na produção de proteína microbiana, já que, quanto mais matéria orgânica fermentada é derivada para síntese de proteína microbiana sobra menos material para a produção de AGV (Van Soest,1994).

A menor proporção de acetato e maior de propionato no tratamento exclusivamente com silagem pode ter sido em função da inclusão de milho em grão no preparo da silagem.

4.5. Conclusão

Os estudos sugerem que a torta de amêndoa de dendê requer suplementação nitrogenada, cuja fonte deve possuir similar taxa de degradação, para uma maior eficiência de síntese de proteína microbiana, ou mesmo um volumoso de qualidade superior.

O pH ruminal em bubalinos suplementados com diferentes níveis de torta de amêndoa de dendê não alterou significativamente sob o ponto de vista fisiológico e nutricional, pois esteve dentro da faixa que permite adequado ambiente para máxima atividade dos microrganismos ruminais.

Diferentes níveis de torta de amêndoa de dendê mantiveram a taxa de passagem de sólidos ao redor de 2%/h.

A relação Acetato:Propionato aumentou com a adição da torta de amêndoa de dendê.

A torta de amêndoa de dendê possui características de volumoso, destacando-se assim como alimento de particular interesse e aplicação na Região Amazônica.

4.6. Referências Bibliográficas

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL- AFRC. Technical Committee on Responses to Nutrients. Report no. 9. Nutritive Requirements of Ruminant Animal: Protein. *Nutrition Abstracts and Reviews, Series B*, v. 62, n. 12, p. 787-835, 1992

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL- ARC. *The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock*. Farmham Royal, Inglaterra: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351 p.

ALLEN, S.; MILLER, E.L. Determination of nitrogen requirements for microbial growth from the effect of urea supplementation of a low-N diet on abomasal N flow and N recycling in wethers and lambs. *Br. J. Nutr.*, v.36, p.353, 1976.

ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G.. *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 229-253.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY -AOAC. *Official methods of analysis*. 16.ed. Arlington:AOAC International, 1995. 1025p.

BALDWIN, R.L. ALLISON, M.J. Rumen metabolism. *J. Anim. Sci.*, v.57, p. 461-477, 1983.

BARBI, J.H.T. *Avaliação da degradabilidade ruminal de quarto gramíneas tropicais em diferentes idades de corte pela técnica in situ*. 1991. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BARBOSA, N.G.S. *Fermentação das proteínas dos alimentos por microrganismos ruminais in vivo e in vitro em função da acidez, fontes de proteína e ionóforos*. 2000. 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BERCHIELLI, T.T.; GARCIAL, A. de V.; OLIVEIRA, S. G. de. Principais Técnicas de Avaliação Aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G.. *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. p.397-421.

BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiology Review*, v. 70, n. 2, p. 567-590, 1990.

BLAXTER, K.L.; GRAHAM, MCC.; WAINMAN, F.W. Some observations on the digestibility of feed by sheep and on related problems. *Br. J. Nutr.*, v. 10, p. 69– 91, 1956.

BRYANT, M.P. Microbiology of the rumen. In: SWESON, M.J. *Physiology of Domestic Animals*. 9 ed. Ithaca, NY, USA: Cornell Univ. Press, 1977. p.278.

CAMPOS, P.R.S.S.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; DETMANN, E.; LEÃO, M.I.; SOUZA, S.M.; LUCCHIS, B.B.; VALADARES, R.F.D. Estudo comparativo da

cinética de degradação ruminal de forragens tropicais em bovinos e ovinos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 58, n. 6, p. 1181-1191, 2006.

CHAPAVAL, L.; MELOTTI, L.; ROSSI JÚNIOR, P.; OLINDO, C.S.; REGO, J.P.A. Relação volumoso:concentrado sobre as concentrações ruminais de amônia, pH e ácidos graxos voláteis em vacas leiteiras mestiças. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.*, v.9, n.1, p. 18-28, 2008.

D'ARCE, R.D. Fisiologia da Digestão. In: PEIXOTO, A. M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. *Nutrição de Bovinos*. Piracicaba, SP: FEALQ, 1995. p. 01-12.

DEMMET, M.W.; VAN SOEST, P.J. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and nonruminant herbivores. *The American Naturalist*, v.125, n.5, p.641-672, 1985.

DHANOVA, M.S.; SIDONS, R.C.; FRANCE, J.; GALE, D.L. et al. A multicompartimental model to describe marker excretion patterns in ruminant faeces. *Brit. J. Nut.*, v. 53, n. 3, p. 663-671, 1985.

ELLIS, W.C.; MATIS, J.H.; LASCANO, C. Quantitating ruminal turnover. *Fed. Proc.*, v. 38, n. 13, p. 2702-2706, 1979.

FAICHNEY, G.J. The use of markers to partition digestion within the gastrointestinal tract of ruminants. In: MCDONALD, I.W., WARNER, A.C.I. *Digestion and Metabolism in the Ruminant*. Amidale: University of New England Publishing Unit, 1975. p. 277-291.

FAICHNEY, G.J. Digesta flow. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. *Quantitative of ruminant digestion and metabolism*. Wallingford, Oxon: CAB International, 1993. p.53-85.

FORBES, J.M. *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. Walingford: Cab International, 1995. 532p.

FRANCE, J.; SIDDON, R.C.; DHAOA, M.S. Adaptation of compartmental schemes of interpreting isotope dilution data on volatile fatty acid metabolism in the rumen to the non-steady state and for single-dose injection. *J. Theor. Biol.*, v. 153, n. 2, p. 247-254, 1991.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; MARCHÃO, R.L.; VILELA, L.; PEREIRA, L.G.R. Produção animal na integração Lavoura-Pecuária. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 5. Belo Horizonte, MG: DZO/UFMG. 2010. *Anais....* p.111-123.

GROVUM, W.L., WILLIAMS, V.J. Rate of passage of digesta in sheep. 4. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate-constants derived from the changes in concentration of marker in faeces. *Br. J. Nutr.*, v. 30, n. 1, p. 313-329, 1973.

HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The *in situ* technique for studying the rumen degradation for feeds: A review of the procedure. *Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)*; v. 65, n.2, p. 63-93, 1995.

LANA, R. de P. *Nutrição e alimentação animal: mitos e realidades*. Viçosa, MG: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2005. 344p.

LEEK, B. F. Digestão no estômago dos ruminantes. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. Dukes: *Fisiologia dos Animais Domésticos*. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 353-379.

LOPES, F.C.F.; OLIVEIRA, J.S.; PACIULLO, D.S.C.; AROEIRA, L.J.M.; DERESZ, F.; MORENZ, M.J.F.; DUQUE, A.C.A.; ELYAS, A.C.W. Modelagem comparativa da cinética da fase sólida do capim-elefante picado, suplementado ou não com concentrado, e fornecido a vacas holandês x zebu em lactação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 60, n.3, p. 675-681, 2008.

MASUCCI, F.; DI FRANCIA, A.; PROTO, V. *In vivo* digestibility, rate of particulate passage and dry matter rumen degradability in buffaloes and sheep. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 4. São Paulo: Associação Brasileira de Criadores de Búfalos-ABCB, 1994. *Proceedings...* p. 296-301.

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Science*, v. 88, n. 3, p. 645-650, 1977.

MERTENS, D.R. Rate and extent of Digestion. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. *Quantitative of ruminant digestion and metabolism*. Wallingford, Oxon: CAB International, 1993. p. 13-51.

MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Degradabilidade *in situ* das frações fibrosas de silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) em diferentes estádios de maturação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.54, n.2, p.169-179, 2002a.

MOLINA, L.R.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), com e sem tanino no grão, ensilados no estágio de grão farináceo. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.39, n.5, p.233-237, 2002b.

MOREIRA, J.F.C.; RODRIGUEZ, N.M.; FERNANDES, P.C.C. et al. Concentrados protéicos para bovinos. 1. Digestibilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, n.3, p.315- 323, 2003.

NOCEK, J.E. Evaluation of specific variables affecting *in situ* estimates of ruminal dry matter and protein digestion. *Journal of Animal Science*, v. 60, n. 5, p. 1347-1358, 1985.

NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *J. Dairy Sci.*, v. 71, p. 2051-2069, 1988.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 229-253.

OFFER, N.W.; DIXON, J. Factors affecting outflow rate from the reticulo-rumen. *Nutr. Abs. & Ver. (Series B)*, v. 70, n. 11, p. 833-844, 2000.

ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, v. 92, p. 499-503, 1979.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. *The ruminant animal: Digestive, Physiology and Nutrition*. Nova Jersey, EUA: Prentice-Hall, 1988. p. 145-171.

PEREIRA, J.C.; CUNHA, D.N.F.V.; CECON, P.R.; FARIA, E.S. Comportamento ingestivo e taxa de passagem de partículas em novilhas leiteiras de diferentes grupos genéticos submetidas a dietas co diferentes níveis de fibra. *R. Bras. Zootec.*, v. 36, n.6 (supl.), p. 2134-2142, 2007.

POND, K.R.; ELLIS, W.C.; MATIS, J.H.; DESWYSEN, A. G. Passage of chromium-mordanted and rare earth-labeled fiber: time dosing kinetics. *J. Anim. Sci.*, v. 67, p.1020-1028, 1989.

PRINS, R.A. Biochemical activities of gut microorganisms. In: CLARKE, R.T.J.; BAUCHOP, T. *Microbial Ecology of the Gut*. London, UK: Academic Press Inc., 1977. p. 73-183.

QUIN, J.I.; VAN DER WATH, J. G.; MYBURGH, S. Studies on the alimentary tract of Merino sheep in South Africa. 4. Description of experimental technique. *Onderstepoort Journal of Veterinary Science and Animal Industry*, v. 11, p. 341-360, 1938.

QUIROZ, R.A.; POND, K.R.; TOLLEY, E. A.; JOHNSON, W.L. Selection among nonlinear models for rate of passage studies in ruminants. *J. Anim. Sci.*, v. 66, n. 11, p. 2977-2986, 1988.

RIBEIRO, C.G.S. *Níveis crescentes de óleo de soja em dieta baseada em capim-elefante (Pennisetum purpureum Shumack) picado sobre parâmetros da fermentação e cinética ruminal, composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas mestiças*. 2009. 188p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RODRIGUES, A.L.P., SAMPAIO, I.B.M.; CARNEIROS, J.C.; TOMICH, T.R.; MARTINS, R.G.R. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.5, p.658-664, 2004.

RUGGIERI, A.C.; TONANI, F.L.; ANDRADE, P. et al. Efeito do emurchecimento e da adição de fubá na degradabilidade *in situ* da silagem de alfafa (*Medicago sativa* L.). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.53, n.1, p.94-99, 2001.

SATTER, L.D.; ROFFLER, R.E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.58, n.8, p.1219-1237, 1975.

SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. *Brit. J. Nutr.*, v. 32, p. 199-205, 1974.

SETTINERI, D.; PACE, V.; CATILLO, G. Wheat straw and meadow hay acid detergent fibre and lignin degradation in the rumen of buffaloes and cattle. Effects of the dies and of the trial periods. In: World Buffalo Congress, 4. São Paulo: Associação Brasileira de Criadores de Búfalos, 1994. *Proceedings...* p. 296-301.

SHINGFIELD, K.J.; AHVENJÄRVI, S.; TOIVONEN, V.; VANHATALO, A.; HUHTANEN, P. Effect of incremental levels of sunflower-seed oil in the diet on ruminal lipid metabolism in lactating cows. *British Journal of Nutrition*, v. 99, p. 971-983, 2008.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C.. *Análises de alimentos: Métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: EDITORA UFV, 2002. 235p.

SIVKOVA, K.; TRUFCHEV, H.; VARLIAKOV, I.; ZONKOVA, M. Comparative studies on fermentation process in the rumen and blood content of calves and buffalo calves I. Effect of diet, containing alfafa haylage. In: World Buffalo Congress, 4. São Paulo: Associação Brasileira de Criadores de Búfalos, 1994. *Proceedings...* p. 307-311.

SOUZA, N.H. *Efeitos de níveis crescentes de fibra em detergente neutro na dieta sobre a fermentação e digestão ruminal em bubalinos e bovinos*. 1999. 95p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Pirassununga.

UDÉN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. Investigation of Chromium, Cerium and Cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. *J. Sci. Food. Agric.*, v. 31, p. 625-632, 1980.

UDÉN, P.; ROUNSAVILLE, G.R.; WIGGANS, G.R.; VAN SOEST, P.J. The measurement of liquid and solid digesta retention in ruminants, equines and rabbits given timothy hay. *Br. J. Nutr.*, v. 48, p. 329– 339, 1982.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Nova Iorque, EUA: Cornell University press, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v. 74, n. 10, p.3583-3597, 1991.

WELYENBERG, S. V.; SALES, J.; JANSSENS, G. P. J. Passage rate of digesta through the equine gastrointestinal tract: A review. *Livestock Science*, v. 99, n. 1, p. 3-12, 2006.

YECK, R.G.; SMITH, L.W.; CALVERT, C.C. Recovery of nutrients from animal wastes. An overview of existing options and potentials for use in feed. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF LIVESTOCK WASTES, 3, St. Joseph, MI: American Soc. Agric. Engineers, 1975. *Proceedings...*p.193-194.

Capítulo 5: Esvaziamento Ruminal, estimativa do volume dos compartimentos ruminais pelo método das bolas e população de protozoários totais em ambiente ruminal bubalino

5.1. Introdução

Quando uma técnica experimental surge na área de nutrição animal ela comumente passa a ser executada em diversos estudos até quase seu total esgotamento. Dentre as técnicas existentes, uma que tem sido pouco explorada, talvez pelo seu intenso labor, é o esvaziamento ruminal.

Sabe-se que o conteúdo ruminal é desuniforme e que possui três camadas: a líquida, a sólida e a gasosa. O estudo de cada uma dessas frações, assim como suas modificações ao longo do tempo pós prandial, faz-se importante frente ao conhecimento adequado de determinado alimento.

Atualmente, os ensaios de esvaziamento quantificam a fração líquida e a sólida ruminais, sem qualquer informação quanto à fração gasosa. A fração gasosa é de extrema importância tanto para a nutrição animal quanto para a área de mudança climática; visto que o metano proveniente de ruminantes é atualmente apontado como um dos grandes vilões à camada de ozônio. Em função dessa necessidade foi criada, no corrente estudo, um método simples, de campo, para a quantificação dessa fração gasosa; ainda que não acurático. O método foi denominada de método das bolas e está detalhado no item 5.3.3.1.

É importante destacar que o método criado é apenas quantitativo e não substitui estudos mais específicos, como os realizados através de respirometria, técnica cara e restrita no Brasil. Entretanto ele pode atuar como uma forma de triagem para esses estudos e/ou equipamentos, direcionando-os para alimentos que realmente incorram em riscos ambientais, visando à maximização de resultados.

Os protozoários exercem efeito direto no bem estar, na produtividade e no impacto ambiental do animal hospedeiro, assim como nas atividades metabólicas dos mesmos, quando estão presentes no rúmen, modificam as condições ambientais, assim como a população microbiana, afetando a taxa, a extensão e os sítios dos processos digestivos. O conhecimento

de sua população, ao longo das horas pós prandial, auxilia no conhecimento da utilização de um determinado alimento pelo animal.

A seguir o esvaziamento e os protozoários serão melhor detalhados.

5.2. Revisão de Literatura

5.2.1. Esvaziamento Ruminal

O conteúdo ruminal não possui composição uniforme, é formado por camadas estratificadas, que representam as frações líquida, sólida e gasosa. A fração sólida na camada superior do rúmen é composta pela forragem recentemente ingerida que, com o decorrer dos processos fermentativos e a ruminação diminui o tamanho das partículas que hidratadas, irão descer e compor a fração suspensa na fase líquida que permanece na parte ventral do rúmen. Essas partículas na região ventral do rúmen possuem densidade ótima que permite sua passagem para o omaso e trato gastrintestinal posterior. Na parte superior permanecem os gases, basicamente o CO₂ e o metano (Van Soest, 1994).

Os gases produzidos no rúmen são eliminados por eructação e exalados via pulmão. No caso do CO₂ também por absorção pela parede ruminal (Van Soest, 1994).

O volume de líquido ruminal pode ser estimado indiretamente com o uso de indicadores de fase líquida ou mensurado através do esvaziamento, sendo esse segundo mais preciso (Van Soest, 1994).

Os estudos de esvaziamento ruminal são laboriosos. Cada esvaziamento despende cerca de uma hora de trabalho entre o esvaziamento total, a separação e pesagem das frações e o retorno do material ao rúmen. Os objetivos da pesquisa devem ser bem esclarecidos antes do estudo de campo, para causar o mínimo de desgaste possível ao animal. A literatura é restrita quanto a estudos de esvaziamento ruminal.

5.2.2. Protozoários ruminais

Os protozoários são microrganismos unicelulares, anaeróbios, não patogênicos, com tamanho que varia de 10 a 100 vezes o das bactérias (Dehority, 1993). A população pode variar de 10^4 a 10^6 protozoários/mL de conteúdo ruminal (Franzolin e Dehority, 1999).

O papel dos protozoários na fermentação ruminal não está completamente elucidado. Aparentemente eles parecem ter vantagens e desvantagens para o hospedeiro (Russell, 2002 e Arcuri et al., 2006). Os protozoários exercem efeito direto no bem estar, na produtividade e no impacto ambiental do animal hospedeiro, assim como nas atividades metabólicas dos mesmos (Hobson e Stewart, 1997).

Arcuri et al. (2006) citam como efeitos benéficos da presença de protozoários no rúmen a estabilidade da fermentação e do pH, o aspecto físico do animal, concentração de AGVs elevada e estável, aumento na degradação da MS, da fibra e da digestão do amido e redução na concentração de ácido lático, nos níveis de cobre no plasma sanguíneo e no fígado, na susceptibilidade à acidose por ácido lático, na susceptibilidade à toxidez por cobre e nas diarreias. Como efeitos adversos, os mesmos autores relatam aumento na concentração de amônia, da atividade proteolítica, da metanogênese, dos níveis plasmáticos de ácidos graxos saturados, da susceptibilidade ao timpanismo e da gordura na carcaça, com redução na população bacteriana, na síntese de proteína microbiana, no fluxo de nitrogênio para o intestino delgado, nos níveis plasmáticos de ácidos graxos insaturados, no ganho de peso, no crescimento de lã e na eficiência da conversão alimentar.

Quando os protozoários estão presentes no rúmen, eles modificam as condições ambientais, assim como a população microbiana, afetando a taxa, a extensão e os sítios dos processos digestivos (Hobson e Stewart, 1997).

A proteína microbiana proveniente de protozoários possui valor biológico mais elevado do que a advinda de bactérias, porém apenas pequena parte da mesma sai do rúmen (Russell, 2002). Algumas situações de decréscimo de protozoários podem resultar em aumento do crescimento e da produtividade animal.

Owens e Goetsch (1988) citam que os protozoários estão presentes em maior número em dietas ricas em forragens, pois a estrutura da forragem faz com que os protozoários se aloquem em uma área com baixa densidade e baixa taxa de passagem, e por isso não são carreados por uma taxa de passagem superior a sua taxa de replicação. Já Arcuri et al. (2006) explicam que alguns protozoários são celulolíticos, mas que os principais substratos utilizados pela fauna ruminal como fonte de energia são os açúcares e amidos, desempenhando importante papel tamponante, reduzindo o risco de timpanismo em seus hospedeiros.

5.3. Material e Métodos

5.3.1. Local, clima e período experimental

O experimento foi conduzido no período de maio a dezembro de 2008, na fazenda experimental senador Álvaro Adolfo, da Embrapa Amazônia Oriental, localizada no município de Belém, conforme informado no item 3.3.1.

5.3.2. Área experimental e procedência dos alimentos

Três bubalinos mestiços machos castrados, fistulados no rúmen, com peso inicial de $380,10 \pm 27,21$ Kg e idade aproximada de dois anos foram utilizados, permanecendo confinados em instalações do tipo “tie stall” (Anexo I, figura 24) até o momento da coleta, quando foram conduzidos ao tronco de contenção.

A torta de Amêndoa de Dendê, proveniente da Agroindustrial Palmasa S/A, foi fornecida no início do experimento e durante o tratamento quatro. Toda a TAD foi proveniente das prensas *AIII*, que demonstraram melhor eficiência de extração (capítulo 2).

Os tratamentos testados foram os níveis de inclusão da torta de amêndoa de dendê (TAD), conforme citado a seguir:

T1- 100% de Silagem de Capim elefante (SC)

T2- 80% de SC + 20% de TAD

T3- 60% de SC + 40% de TAD

T4- 40% de SC + 60% de TAD

Cada tratamento teve a duração de 21 dias, com 15 para adaptação à dieta e sete para esvaziamento ruminal e determinação da população de protozoários totais.

5.3.3. Experimentos

5.3.3.1. Esvaziamento ruminal e volume de gases (Método das bolas)

O rúmen de cada animal foi esvaziado em dias alternados nas horas 0, 2, 4 e 6 horas pós prandial, nos quatro níveis de inclusão da TAD conforme esquema abaixo:

Tempo pós prandial (Horas)	Alimentação (horário matutino)	Esvaziamento (horário matutino)	Dia da coleta
Uma	Após esvaziamento	6h	1
Duas	6h	8h	3
Quatro	6h	10h	7
Seis	6h	12h	5

Os animais foram contidos em tronco de contenção. Em seguida o conteúdo ruminal foi levemente ajustado para a introdução das bolas (Anexo I, figura 32).

As bolas utilizadas foram aquelas de fácil aquisição, ou seja, aquelas utilizadas em brinquedos infantis (Anexo I, figura 33). Levou-se em consideração a padronização entre as mesmas.

As bolas foram introduzidas até o total preenchimento da parte “vazia” do rúmen, ou seja, a parte ocupada pelos gases, sem permitir deformação nas mesmas (Anexo I, figura 34). Em seguida, as bolas foram retiradas e contadas, e suas quantidades anotadas.

Após a contagem de bolas, iniciou-se o esvaziamento propriamente dito. Sobre uma peneira o material sólido foi colocado, em seguida espremido manualmente, para que a menor quantidade de líquidos ficasse na fração sólida. A fração líquida (Anexo I, figura 36) foi separada em um vasilhame (bacia), e pesada, o mesmo realizado com a fração sólida (Anexo I, figura 35). Os pesos de ambas as frações foram anotados, a proporção sólido:líquido determinada e uma amostra proporcional coletada, pesada, seca em estufa de ar circulante a 55°C por 72 horas e novamente pesada para a determinação da MS do conteúdo ruminal. O

volume de gás foi estimado multiplicando-se o número de bolas encontradas por 0,357 mL (volume médio das bolas).

O volume médio das bolas foi determinado, segundo os seguintes procedimentos:

a) Em um balde de volume conhecido foram introduzidas três camadas de bolas, sem haver achatamento das mesmas. A quantidade de bolas em cada camada foi anotada.

b) Foram marcados os meniscos superiores e inferiores atingidos por cada camada de bolas (Anexo I, figura 37).

c) As bolas foram retiradas e o recipiente preenchido por água natural, a temperatura ambiente, até o nível do menisco superior (Anexo I, figura 37).

d) O volume de água entre meniscos foi transferido e mensurado, via proveta de vidro (um litro).

e) A partir do total ou da média do número de bolas e do volume de água correspondente, por regra de três estimou-se o volume individual ocupado por cada bola. O detalhamento do cálculo encontra-se descrito a seguir:

Determinação pelo valor médio

7,67 bolas -----2,737 mL

1,00 bola ----- x mL

X= 0,357 mL

Ou

Determinação pelo valor total

23,00 bolas -----8,210 mL

1,00 bola ----- x mL

X= 0,357 mL

Camada	Bolas	L	Vol./bola (L)
1	7	2,56	
2	8	2,62	
3	8	3,03	
Média	7,67	2,737	0,357
Total	23	8,21	0,357

O volume de gases estimado pelo método das bolas fornece resultados em litros. A fração líquida também fornece dados em litros e para calculá-la, determinou-se que um quilo de líquido ruminal equivale a um litro de líquido ruminal (razão 1:1). Os resultados de sólidos foram encontrados em quilos. Para permitir comparações entre as três frações, a fração sólida foi convertida em litros, a partir da determinação de sua densidade, explicada a seguir.

Para a determinação da densidade da fração sólida foram realizados os seguintes procedimentos:

- a) Sorteio de um horário e um tratamento para amostragem;
- b) Utilização das amostras dos três animais referentes ao sorteio do item *a*;
- c) As amostras do item *b* foram secas em estufa de circulação de ar forçado a 65°C, moídas, peneiradas a 1 mm e determinadas a matéria seca em estufa a 105°C;
- d) Preencheu-se o volume total de um balão volumétrico de 200 mL com o material do item *c* e anotou-se o peso.
- e) O volume encontrado no item *d* foi ajustado para Matéria Seca, item *c*.
- f) A densidade foi calculada através da fórmula $\rho = \text{massa}/\text{volume}$
- g) A fração sólida em litros foi calculada pela fórmula $V = \text{Massa}/\text{densidade}$.

As etapas *a* a *g* podem ser facilmente suprimidas se no momento da coleta for utilizado um recipiente com escala de volume em litros, e anotados ambos o volume e o peso dos mesmos. Sugere-se o mesmo para a fração líquida.

Para a determinação das frações percentuais de sólidos, líquidos e gás foram utilizados os valores na matéria natural.

Para determinar a fração de sólidos corrigidos para matéria seca (quilos) foram utilizados os valores na MS da fração sólida e a diferença entre a matéria natural e a matéria seca da mesma, acrescentada à fração líquida.

Cada esvaziamento durou em torno de uma hora. Após pesagens e amostragens o conteúdo ruminal foi retornado ao animal.

5.3.3.2. População de Protozoários

Para os estudos de população de protozoários, o material foi coletado antes dos esvaziamentos ruminais, nos mesmos dias e horários de coleta. A coleta foi feita após a homogeneização e a proporcionalidade das frações sólida e líquida (Anexo I, figura 38).

Retirada uma alíquota do material, a mesma foi homogeneizada por 60 segundos e então filtrada em camada dupla de gaze.

Um mL de líquido ruminal filtrado foi preservado em uma solução de 50% de formaldeído, conforme metodologia descrita por Dehority (1993) (Anexo I, figura 39).

As amostras preservadas foram conduzidas ao laboratório da Universidade Federal do Pará, em Castanhal e lidas em câmara de Fuchs-Rosental (Dehority, 1993).

5.3.4. Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o bloco inteiramente casualizado, em arranjo de parcelas subdivididas. Sendo os blocos os três bubalinos, a parcela os níveis de TAD (0, 20, 40 e 60%) e a subparcela os horários de coleta (0-jejum; 2; 4 e 6 horas pós prandial).

As análises estatísticas foram feitas pelo software SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2007) 5.0 e as médias comparadas pelo teste SNK ou t, conforme o coeficiente de variação encontrado, ao nível de 5% de probabilidade.

A produção de gás (kg e em %), o volume total (kg) e a população de protozoários não tiveram distribuição normal e foram transformados por logaritmo, antes da comparação de médias.

5.4. Resultados e Discussão

5.4.1. Método das bolas e esvaziamento ruminal

Os quadros de análise de variância das frações sólido, líquido e total em quilos encontram-se no Anexo II (quadros 1 a 7), e os resultados para frações de gás, sólidos, líquidos e total (Kg e %) nas tabela 19 e 20 e gráfico 9.

Não houve efeito da hora de coleta e nível de TAD para produção de gás (L e %), Sólido em matéria seca (L), líquido adicionado da umidade da fração sólida (L), Total (L) e líquidos (%) ($P>0,05$), mas houve para líquido (L) e sólidos (L e %) ($p<0,05$).

Com o método das bolas, método esse que se revelou prático e barato, há a possibilidade da mensuração não somente do volume total do rúmen como também da estimativa da produção de gás; propiciando melhor entendimento da dinâmica ruminal, podendo servir como método de triagem para estudos mais específicos, como de produção de metano, por exemplo.

O método das bolas não é acurático, pois não fornece dados sobre a qualidade e/ou pressão dos gases, contudo fornece indícios quanto ao aumento ou redução da fração gasosa, além de permitir aferir sobre o percentual da fração de sólidos, líquidos e gás em relação ao volume total do rúmen, o que não era possível pela técnica padrão de esvaziamento ruminal.

A inclusão da TAD na dieta reduziu a fração sólida (MS) ruminal, mais acentuadamente a 60%, em até 57,31% (duas horas pós prandial) (Tabela 19).

Apesar de a fração líquida corrigida para umidade ter aumentado com 40% de TAD, de modo geral essa fração também diminuiu, com as maiores quedas ao nível de 60%, em até 25,02% (seis horas pós prandial).

O volume total de gases (L) foi superior em todos os tratamentos contendo TAD, sendo que a 60% obteve seu maior volume (35,22 L), um aumento de 225,25% em relação à quantidade de gás do tratamento ausente de TAD.

A fração que mais aumentou em quantidade (L) foi a gasosa (Tabela 19). Estudos necessitam ser realizados quanto à qualidade dessa fração gasosa, pois dentre os gases possível está o metano (CH_4). Em caso de aumento da produção de metano deve-se estudar a possibilidade de algum aditivo alimentar reduzir esse efeito prejudicial.

O volume total do rúmen de búfalos alcançou seus maiores níveis a 60% de inclusão de TAD ($p < 0.05$), com capacidade máxima média de 51,53 litros (volume), ou aproximadamente 60 quilos (massa), fracionada nas três camadas.

Trabalhos com esvaziamento ruminal são muito trabalhosos, e talvez por isso as informações na literatura sejam reduzidas e sem possibilidade de comparação com o atual trabalho, por serem basicamente efetuados em bovinos.

Tabela 19: Frações de Sólido, Líquido e Gás (L), Sólido em Matéria Seca, líquido corrigido para umidade e total (L) estimadas pelo método das bolas, em ambiente ruminal bubalino, recebendo diferentes níveis de torta de Amêndoa de Dendê, em diferentes horários pós prandial.

Trat	Hora						Hora					
	0	2	4	6	Média	0	2	4	6	Média		
	Sólido (L) ¹						Sólido em MS (L) ²					
1	27,20Bb	27,27Cb	23,49Bab	22,53Ca	25,12	3,71	4,05	3,30	3,21	3,57C		
2	17,12Ba	17,51ABa	17,60ABa	16,29ABa	17,13	2,24	2,48	2,94	2,01	2,42AB		
3	20,54Bbc	22,98BCc	14,28Aa	18,79ABb	19,15	3,32	3,39	2,13	2,51	2,84BC		
4	15,13Ba	13,93Aa	12,74Aa	11,95Aa	13,44	2,22	1,73	1,53	1,51	1,75A		
Média	20,00	20,42	17,03	17,39		2,87b	2,91b	2,47a	2,31a			
	Líquido (L)³						Líquido + Umidade (L)⁴					
1	9,14Aa	10,55Aab	13,27Abc	14,15Ac	11,78	32,64	33,77	33,47	33,46	33,34AB		
2	12,10ABa	11,76Aa	11,50Aa	14,40Aa	12,44	26,98	26,79	26,16	28,67	27,15A		
3	17,34Ca	15,88Ba	22,22Bb	19,13Ba	18,64	34,56	35,47	34,37	35,40	34,95B		
4	14,75BCa	15,82Ba	13,92Aa	14,66Aa	14,79	27,67	28,02	25,13	25,09	26,48A		
Média	13,33	13,50	15,23	15,58		30,46a	31,01a	29,78a	30,66a			
	Gás (L)						Total (L)					
1	10,00	7,26	12,26	10,83	10,09A	46,34	45,08	49,02	47,51	46,99A		
2	18,68	16,54	17,26	21,90	18,59A	47,90	45,81	46,35	52,58	48,16A		
3	15,83	9,40	20,83	16,78	15,71A	53,70	48,26	57,33	54,69	53,50B		
4	26,42	26,30	29,04	35,22	29,24B	56,31	56,05	55,69	61,83	57,47C		
Média	17,73ab	14,88a	19,84bc	21,18c		51,06ab	48,80a	52,10bc	54,15c			

*Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste t: Gás (L) e Sólidos em MS (L) ou pelo teste SNK: Sólido (L), Líquido (L), Líquido + umidade (L) e Total (L).

**Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste t: Gás (L) e Sólidos em MS (L) ou pelo teste SNK: Sólido (L), Líquido (L), Líquido + umidade (L) e Total (L).

¹Fração de sólidos conforme mensurado a campo, em sua matéria natural, corrigido para densidade. ²Fração de sólidos em matéria seca

³Fração de líquidos conforme mensurado a campo, em sua matéria natural. ⁴Fração de líquidos corrigida para umidade: (sólido - sólido MS)

Tabela 20: Porcentagem das Frações de Sólido, Líquido e Gás estimadas pelo método das bolas, em ambiente ruminal bubalino, recebendo diferentes níveis de torta de Amêndoa de Dendê, em diferentes horários pós prandial.

Trat	Hora				Média
	0	2	4	6	
	Sólido (%)				
1	58,93Bb	60,66Cb	47,91Ba	47,45Ba	53,74
2	35,66Aa	39,71Ba	38,20ABa	31,47ABa	36,26
3	38,29Ab	47,69BCc	25,25Aa	34,57ABb	36,45
4	27,02Aa	25,19Aa	22,69Aa	19,31Aa	23,55
Média	39,97	43,31	33,51	33,20	
	Líquido (%)				
1	19,66	23,16	26,96	29,85	24,91A
2	25,42	26,47	24,93	27,56	26,09A
3	32,17	32,89	38,94	35,26	34,81B
4	26,13	28,10	24,76	23,81	25,70A
Média	25,84a	27,66a	28,90a	29,12a	
	Gás (%)				
1	21,40	16,18	25,13	22,70	21,35A
2	38,92	33,82	36,87	40,97	37,65AB
3	29,54	19,42	35,81	30,18	28,74A
4	46,85	46,71	52,54	56,88	50,75B
Média	34,18b	29,0a	37,59b	37,68b	

*Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e minúsculas na mesma linha diferem entre si (p<0,05) pelo teste t: Gás (L) e Sólidos em MS (L) ou pelo teste SNK: Sólido (L), Líquido (L), Líquido + umidade (L) e Total (L).

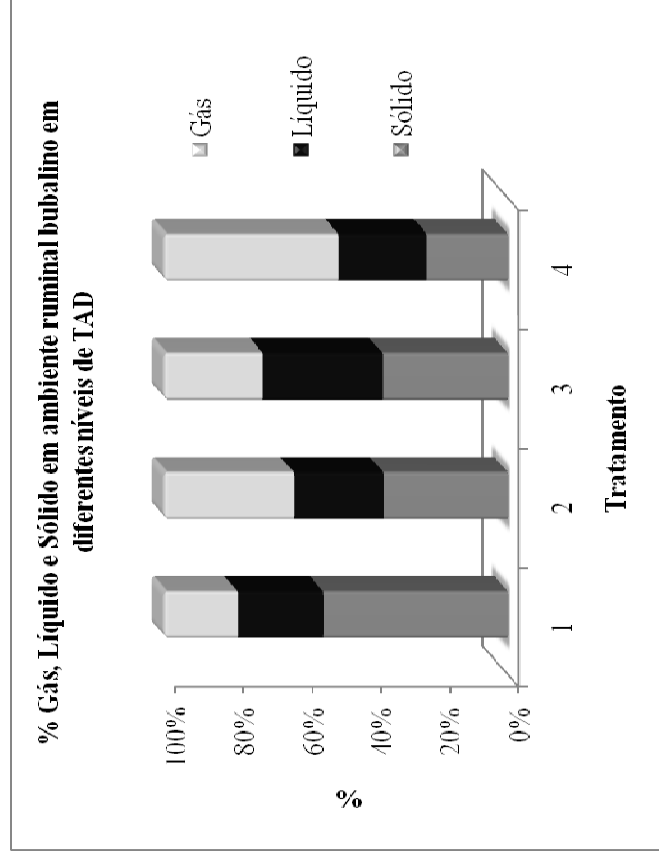


Gráfico 9: Proporção de sólidos, líquidos e gás em ambiente ruminal bubalino recebendo diferentes tratamentos (níveis de TAD). Tratamentos: 1 (0%), 2 (20%), 3 (40%) e 4 (60%).

5.4.2. População de Protozoários

Os resultados de população de protozoários podem ser observados na tabela 21 e no gráfico 10. Não houve interação entre hora de coleta e nível de inclusão da TAD ($P>0,05$).

Tabela 21: População de protozoários totais em ambiente ruminal bubalino recebendo diferentes níveis de TAD.

Tratamento	Protozoários totais/mL				Média
	Horário da Coleta (pós prandial)				
	1	2	4	6	
0	54.333	64.583	63.542	65.625	62.021a
20	23.958	19.792	13.542	26.042	20.833ab
40	5.208	8.333	9.375	7.292	7.552b
60	5.208	6.250	3.125	4.167	4.688b
Média	22.177A	24.740A	22.396A	25.781A	

*Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si, pelo teste t ($p<0,05$).

** Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste t ($p<0,05$).

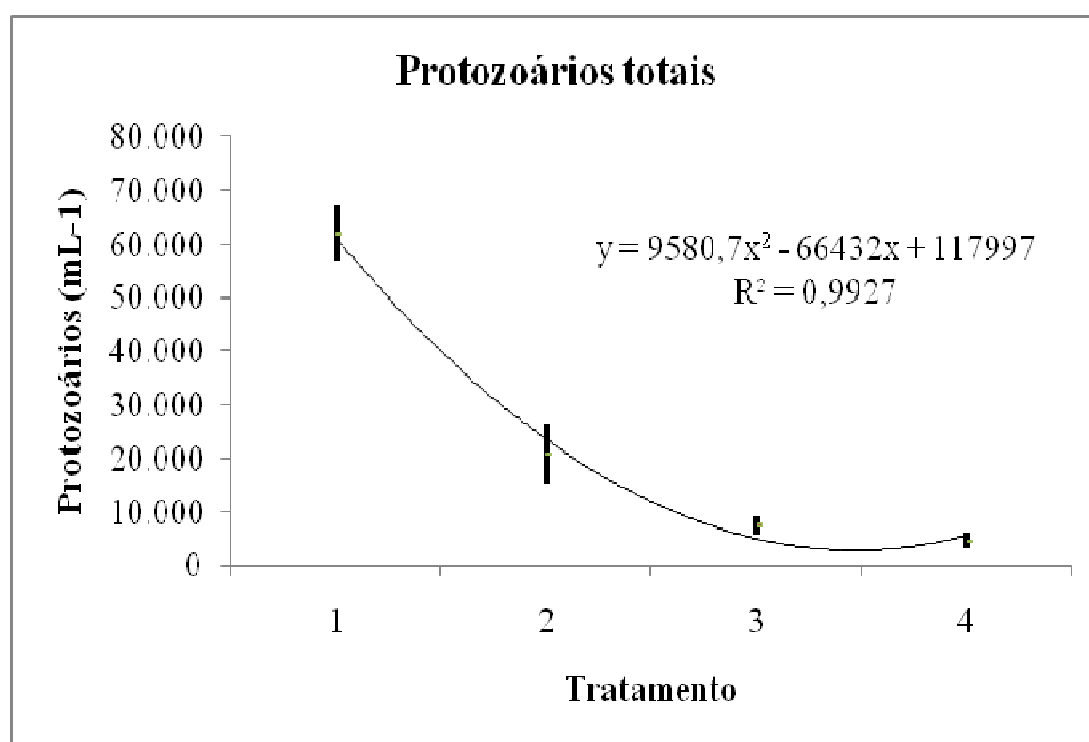


Gráfico 10: Variação da população de protozoários totais ruminais em ambiente ruminal bubalino recebendo diferentes níveis de TAD. Tratamentos: 1 (0%), 2 (20%), 3 (40%) e 4 (60%).

Os tratamentos um (0% TAD) e dois (20% TAD) apresentaram a mesma população de protozoários, que foram superiores ($p < 0,05$) nos tratamentos três (40%TAD) e quatro (60%TAD), também iguais entre si.

Dehority (1979) e Franzolin e Franzolin (2000) encontraram contagens superiores a essa para protozoários ruminais em búfalos, o que pode ser explicado pelo tipo da dieta e o tipo de amostragem, já que o presente estudo realizou suas amostragens por amostragem representativa do total, enquanto os demais realizaram coleta entre um a cinco pontos do rúmen.

Pelos resultados pode-se concluir que a população de protozoários total decresce conforme há o aumento da TAD.

Os baixos valores de protozoários totais estão condizentes com os achados em pesquisas com bubalinos, comumente inferiores aos encontrados em bovinos (Wanapat e Chanthakhoun, 2009).

5.5. Conclusão

O método das bolas é prático, eficiente e barato para estimativa do volume de gás total em ambientes ruminais, podendo ser utilizado em ensaios de esvaziamento ruminal. O método não é acurático.

A inclusão da torta de amêndoa de dendê reduz a fração de sólidos, o que requer maiores estudos e sugestões quanto a aditivos para melhorar a eficiência alimentar do produto.

A fração que mais aumenta quando se inclui 60% de TAD na dieta é a gasosa. O conteúdo desses gases necessita ser estudado.

A fração líquida ruminal aumenta em 40% de adição de da torta de amêndoa de dendê.

A população de protozoários totais ruminais decresce com o aumento da torta de amêndoa de dendê.

A espécie bubalina apresenta menores níveis de protozoários ruminais quando recebendo dietas contendo da torta de amêndoa de dendê entre 20 a 60% de inclusão e também em dietas com 100% de silagem de capim elefante.

5.6. Referência Bibliográfica

ARCURI, P.B.; LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J. C. Microbiologia do rúmen.. *In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 229-253.

DEHORITY, B.A. Ciliate protozoa in the rumen of Brazilian water buffalo, *Bubalus bubalis* Linnaeus. *J. Protozool.*, v. 26, n. 4, p. 536-544, 1979.

DEHORITY, B.A. *Laboratory manual for classification and morphology of rumen ciliate protozoa*. Boca Raton, Fla: CRC Press, 1993. 325 p.

FERREIRA, D.F. *SISVAR Versão 5.0*. Departamento de Ciências Exatas. UFLA, Lavras, MG, 2007.

FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M.H.T. Rumen ciliate protozoa and degradability in buffalo and zebu cattle fed a sugar cane based diet. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 29, n.6, p. 1853-1861, 2000.

FRANZOLIN, R.; DEHORITY, B.A. Comparison of protozoal populations and digestion rates between water buffalo and cattle fed an all forage diet. *Journal Applied Anim Res*, v. 16, p.33, 1999.

HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. *The rumen microbial ecosystem*. 2.ed. London, UK: Blackie Academic & Professional, 1997. 719p.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. *The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition*. New Jersey: Prentice-Hall, 1988. p. 145-171.

RUSSELL, J.B. *Rumen Microbiology and its role in ruminant nutrition*. Ithaca, NY: J.B. Russell Publ. Co., 2002. p. 24-27.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Nova Iorque, EUA: Cornell University press, 1994. 476p.

WANAPAT, R.M.; CHANTHAKHOUN,V. Recent advances in rumen ecology, digestion and feeding strategies of swamp buffaloes. In: BUFFALO SYMPOSIUM OF THE EUROPE AND AMERICAS, 4. Pedro Leopoldo, MG: CBRA. 2009. Proceedings... p. 27-36.

Capítulo 6: Desempenho leiteiro de bubalinas Múrrah recebendo torta de amêndoa de dendê na dieta

6.1. Introdução

O leite de búfalas apresenta altos teores de proteína, gordura e sólidos totais, e principalmente de ácido linoléico conjugado, o que desperta cada vez mais o interesse pelo seu consumo.

As informações sobre as características do leite de búfala e a importância das informações sobre a qualidade do leite serão melhor detalhadas nos itens a seguir.

O objetivo desse estudo foi compreender o efeito da adição da torta de amêndoa de dendê (TAD) na produção do leite de búfalas, em nível de inclusão sugerido pelos ensaios anteriores, ou seja, 60%, em comparação com uma ração contendo ingredientes convencionalmente utilizados na alimentação de animais leiteiros.

6.2. Revisão de literatura

6.2.1. Leite de Búfala

O leite de búfala possui características *nutracêuticas* de alto interesse ao consumo humano. Nutracêutico é um termo que alia às propriedades nutritivas (proteína, minerais e vitaminas) as terapêuticas (ácido linoléico conjugado, por exemplo). Esse leite, quando comparado com o de outras espécies de mamíferos, apresenta valores mais elevados de seus constituintes (Tabela 22), principalmente o de gordura, que possibilita maior rendimento na fabricação de derivados; possui ainda um menor teor de colesterol, e ausência de pigmentos carotenóides, o que lhe confere uma coloração branca acentuada (Oliveira, 2001).

O rendimento do leite de búfala para produção de queijos é bastante alto, em função do elevado teor de extrato seco total no leite (Neves, 1985). A mussarela é o principal tipo de queijo produzido a partir do leite bubalino (Ferreira *et al.*, 1995). O mercado consumidor desse produto encontra-se em ampla expansão, principalmente aquele destinado a pizzarias.

Segundo a Associação Brasileira de Criadores de Búfalos todos os laticínios brasileiros especializados nesse produto não conseguiriam abastecer sequer as pizzarias paulistas.

Apesar dos principais rebanhos bubalinos estarem situados na Índia, Paquistão e China, os melhores indicadores de produtividade leiteira são encontrados na Itália, que destina toda a produção leiteira bubalina à elaboração de queijos, principalmente a mussarela.

No Brasil, o maior produtor de leite bubalino é o estado do Pará, especificamente o Marajó. Apesar de não haver estatísticas específicas quanto à produção de leite bubalino nesse estado, Barbosa (2005) informa que o mais comum é não haver ordenha, deixando o leite para os bezerros, ou em havendo ordenha, o leite é comumente doado a funcionários, utilizado caseiramente ou jogado fora. Segundo a autora alguns produtores visam à produção comercial de queijos, em especial o marajoara e que o problema chave da região é o escoamento da produção. A principal atividade da Bubalinocultura no estado do Pará é a produção de carne.

Em lactação, as búfalas apresentam características fisiológicas semelhantes aos animais de dupla aptidão. O arraçamento desses animais em lactação é baseado no volume e na composição do leite produzido. As búfalas mais velhas apresentam menor produção de leite, maior ingestão de alimento para manutenção, pior conversão alimentar, dominância sobre as demais e maior intervalo entre o parto. Tonhati et al. (2004), analisando a lactação das búfalas de 11 propriedades no período de 1995 a 2002, inferiu que a maior produção diária de leite ocorreu no terceiro parto, a maior produção total de uma lactação ocorreu no quinto parto e que a ordem de parto interferiu pouco nos percentuais de gordura, proteína e lactose

Silveira (2002) sugere produções em bubalinos variando de 500 a 3.000 litros, em 270 a 300 dias de lactação, com gestação em torno de 310 dias, com dois bezerros a cada três anos, como índices típicos da espécie. Villares et al. (1979) informam que a produção máxima de leite e gordura em búfalas são obtidas na terceira lactação e Silveira (2002) sugere que a partir de 6,5 anos a produção de leite em bubalinas cai.

Os percentuais de gordura, proteína, CCS e acidez titulável do leite apresentam uma variação conhecida e esperada durante a lactação. Para a fabricação de mussarela o leite deve conter uma relação de gordura:proteína de 2:1, com um teor mínimo de gordura de 7,2% (Campanille et al., 2007). Segundo esses autores, o rendimento da mussarela e dos demais derivados estão diretamente relacionados com a composição do leite, em especial com a quantidade de proteína. O rendimento do leite da búfala em mussarela pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Mussarela (Kg)} = ((3,5 \times \% \text{ Ptn no leite}) + (1,25 \times \% \text{ Gord no leite})) - 0,088$$

Para uma melhor compreensão, é válido o conhecimento da conversão dos valores de acidez expressa em °SH e °D (Dornic), que pode ser feita através da seguinte fórmula (Campanille et al., 2007):

$$\text{Acidez do leite em } ^\circ\text{D} = (4,5 \times \text{acidez do leite } ^\circ\text{SH})/2$$

Tabela 22: Variação na composição do leite da búfala e valor médio do leite da vaca.

Componente	Búfala			Variação (%)	Vaca
	Mínimo	Maximo	Media		Media
Extrato seco	15,15	24,70	18,50	63%	12,20
Extrato seco desengordurado	9,15	11,70	10,20	27%	8,70
Lípidios	6,00	13,00	8,30	116%	3,50
Proteína total	3,80	5,50	4,73	44%	3,30
Lactose	4,60	5,30	4,90	15%	4,70
Minerais	0,75	0,90	0,80	20%	0,70
Ca	0,18	0,21	0,20	16%	0,12
P	0,10	0,13	0,12	30%	0,09
Mg	0,14	0,16	0,15	14%	0,10
Conteúdo calórico Kcal	950	1720	1210	81%	690
Conteúdo calórico MJ	4,00	7,2	5,10	80 %	2,90

Fonte: Modificado de Zicarelli (2001).

A búfala apresenta uma maior capacidade de alterar a composição de gordura e proteína em relação ao volume de leite, dessa forma em rebanhos ordenhados duas vezes por dia o teor de gordura é maior do que em aqueles ordenhados uma única vez ao dia (Campanille et al., 2007). Segundo esses autores a relação de forragem:concentrado utilizada na alimentação das búfalas geralmente garante uma quantidade de FDN suficiente para

estimular a produção de saliva, e de ácido acético. Uma diminuição da quantidade de gordura no leite raramente ocorre em função da baixa quantidade de fibra na dieta, mas sim em relação a pequena quantidade de energia total fornecida. Já quando em ingestão inferior em quantidade e qualidade ocorre acentuada diminuição no volume de leite produzido, com pequena alteração em sua composição. Concluem os autores que a produção constante de leite, com uma boa composição durante todo o ano, depende da alimentação oferecida, genética dos animais, manejo sanitário e higiênico dos animais e planejamento da reprodução

Oliveira (2001) explica que o leite de búfala pode ser aproveitado industrialmente misturado ao leite bovino na proporção de até 30%, desde que seja incluída esta especificação no rótulo do produto, conforme Portaria 236, da Secretaria de Inspeção de Produtos de Origem Animal do Ministério da Agricultura ou utilizado diretamente, sem misturas, na fabricação de produtos similares aos derivados do leite bovino.

6.2.2. Qualidade do Leite

Visando atender as exigências do mercado e da legislação brasileira, o produtor do setor leiteiro necessita conhecer e adequar seu produto quanto aos padrões adequados dos teores de proteínas, gordura, lactose, minerais e vitaminas assim como de células somáticas e contagem bacteriana total, permitindo ao consumidor um alimento livre de patógenos e com elevado valor nutricional. A nutrição, o manejo, a genética, a raça, o período de lactação e o escore corporal do animal influenciam esse produto final (Brito e Dias, 1998).

Os programas de pagamento por qualidade do leite estão cada vez mais frequentes em todo o Brasil e visam beneficiar produtos que atendam as exigências da legislação vigente. São avaliados, para essa finalidade, os teores de gordura, de proteína, as contagens de células somáticas (CCS) e de bacteriana total (CBT) (Monardes, 1998).

A gordura do leite é formada principalmente por triacilglicerol, e está diretamente relacionada com a produção de acetato e butirato no rúmen (Swaigood, 1996; Block, 2000; Reis et al., 2004), sendo o componente do leite mais influenciado pela nutrição animal (Walstra e Jenness, 1984).

As proteínas do leite são basicamente as caseínas e as proteínas solúveis, onde as caseínas respondem por até 80% do total das proteínas. Dentre os fatores que afetam a produção de proteína no leite, destacam-se: estágio de lactação e o manejo nutricional (Swaisgood, 1996; Brito e Dias, 1998; Block, 2000).

A lactose é o principal carboidrato do leite, sendo um de seus componentes mais constantes e é determinante no volume de leite produzido (Walstra e Jenness, 1984; Harding, 1995), a produção de ácido propiônico, convertido a glicose pelo fígado é o principal precursor da lactose (Wattiaux, 1998; Mühlbach, 2003).

As células somáticas do leite são os leucócitos (células brancas do sangue) e células provenientes da substituição natural do epitélio mamário. O número de células somáticas presentes no leite quantifica a reação inflamatória do úbere em resposta a mastite (clínica ou sub-clínica), traumas (pancadas e chifradas) ou danos decorrentes de uma ordenha inadequada. No final da lactação ocorre um aumento natural na CCS.

Pesquisas italianas demonstraram que uma CCS de até 200×10^3 células/ml no leite da búfala não influencia no processo de coagulação do leite (Terramocchia et al., 2001) e uma CCS de até 300×10^3 células/ml é considerada normal no leite de búfalas confinadas. Este valor (300×10^3 células/ml) estabelecido pelas pesquisas feitas na Itália não representa a realidade brasileira, tendo em vista as diferenças dos dois sistemas de criação. Na Itália as búfalas em lactação são estabuladas, criadas em alta densidade e submetidas à ordenha mecânica.

A presença de infecção na glândula mamária é um dos fatores mais importantes que ocasiona o aumento da quantidade de células somáticas no leite. As células somáticas são constituídas por células de defesa do organismo (glóbulos brancos, 98 a 99%), que migram do sangue para a glândula mamária para combater agentes agressores, além de células epiteliais de descamação. Desta forma a contagem de células somáticas (CCS) é um indicativo do grau de infecção da glândula mamária, sendo fator diagnóstico de mastite subclínica e aceita internacionalmente como uma das medidas para determinar a qualidade do leite (Brito e Dias,

1998; Machado et al., 1999; Silveira, 2002). Valores de CCS superiores a 283×10^3 células/ml indicam a presença de mastite (Guidry, 1985 e Reneau, 1986).

Estima-se que ocorra uma redução de 2 a 2,5% na produção de leite para cada 100×10^3 células/mL acima de 200×10^3 células/mL. O leite proveniente de úberes saudáveis apresenta, normalmente, CCS menor que 50×10^3 células/mL, podendo ocorrer contagens de até 200×10^3 células/mL (Eberhart et al., 1982).

As búfalas possuem em geral valores mais reduzidos de CCS (Tabela 23).

Em 2002, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabeleceu a Instrução Normativa nº51 (Brasil, 2002), apontando os padrões e as normas para a produção de leite no Brasil. A IN-51 estabeleceu, para as regiões Norte e Nordeste a partir de 2010, os seguintes limites máximos para as características relacionadas à sanidade do leite: 400.000 CCS/mL e 100.000 UFC/mL

Tabela 23: Valores médios dos componentes e da contagem de células somáticas (CCS) de leite de búfalas da Região do Alto São Francisco-MG.

Estação do ano	Gordura (%)	Proteína (%)	Lactose (%)	Extrato seco total (%)	CCSx10 ³ céls/ml
Outono	6,68bc	4,18c	4,96a	17,09b	33a
Inverno	6,85b	4,02d	4,93a	17,03b	17b
Primavera	7,67a	4,37b	4,82b	18,10a	8c
Verão	6,42c	4,52a	4,94a	17,06b	38a
Média	6,90	4,27	4,91	17,32	24

Médias dentro da mesma coluna com diferentes letras diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Fonte: Amaral (2004).

6.2.3. Ácido Linoléico Conjugado (CLA)

O mercado consumidor está cada vez mais consciente da importância de uma adequada dieta, e encontra-se particularmente preocupado com a quantidade de gordura nos alimentos, pois associa a ingestão da mesma com risco de doenças cardiovasculares. As gorduras que contêm ácidos graxos saturados (AGS), em geral, elevam os níveis de LDL no sangue humano, quando comparadas com proteínas, carboidratos ou ácidos graxos insaturados em substituições isoenergéticas. Todavia, o efeito hipercolesterolêmico dos AGS

está associado apenas aos ácidos láurico, mirístico e palmítico (Grummer, 1991). Sendo assim fica claro que o consumidor não apenas deseja alimentar-se, mas também nutrir-se. Nesse sentido, o incremento do ácido linoléico conjugado (CLA), que possui ação anti-cancerígena parece ser um dos principais desafios aos nutricionistas animais, especialmente aos que trabalham com ruminantes.

O ácido linoléico conjugado (CLA) é considerado pela Academia Nacional de Ciências Americana como o único ácido graxo que apresenta potencial para inibir carcinogênese em animais experimentais (Eynard e Lopez, 2003). Segundo os autores, outros ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) também aparentam atuar como antipromotores de alguns tipos de câncer, mas até o momento, apenas o CLA permanece como uma fonte benéfica de ácido graxo para prevenção de tumores e proteção cardiovascular.

O CLA é encontrado no leite e na carne de ruminantes, originado a partir da biohidrogenação do ácido linoléico no rúmen ou sintetizado pelo tecido animal a partir de trans-11C18:1. Para Tyagi et al. (2010) os fatores que podem afetar o conteúdo do CLA no leite são: a dieta, a raça, a idade, os aditivos não nutritivos, como ionóforos. Segundo os autores o consumo de ácido linoléico ou alfa linolênico podem influenciar o CLA na gordura do leite.

O CLA natural consiste basicamente do ácido 9-*cis*,11-*trans*-octadecadienóico (outros isômeros também são encontrados) e é formado por biohidrogenação do ácido linoléico, especialmente em ruminantes, mas pode ser produzido comercialmente, por isomerização alcalina de óleos ricos em linoleato, como no óleo de girassol, por exemplo (Christie, 2003).

A biossíntese de CLA ocorre segundo esquema ilustrado na figura 40.

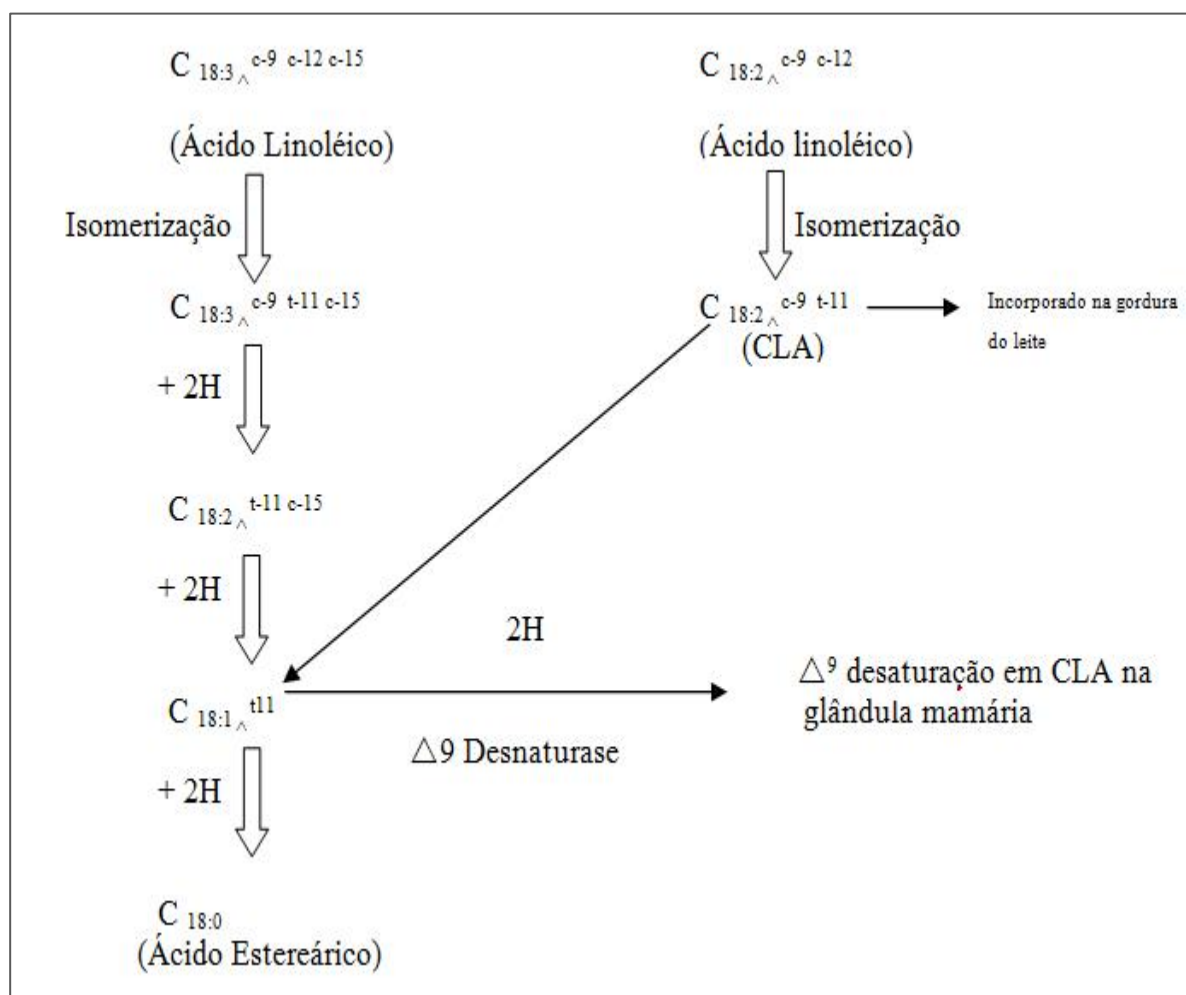


Figura 40: Biossíntese de CLA em ruminantes (adaptado de Tyagi et al., 2010)

Diversas publicações de CLA estão disponíveis e tratam de assuntos, como: conceitos gerais e bioformação (Clapham et al., 2005; Abughazaleh et al., 2003; Parodi, 2003; MacDonald, 2000;), disponibilidade em alimentos (Mir et al., 2004; Abughazaleh et al., 2003b; Dhiman et al., 2000; Jiang et al., 1996), potencial anticancerígeno (Pariza, 2004; Banni et al., 2003; MacDonald, 2000; Chin et al., 1992).

Sabe-se que os óleos e gorduras são as fontes de energia mais concentradas (2,25 vezes mais energia do que carboidratos), entretanto os microrganismos ruminais não são capazes de utilizar essa forma de energia, podendo inclusive sofrer ação deletéria da mesma. Para que os ruminantes possam aproveitar a energia advinda das fontes lipídicas dos vegetais, que são predominantemente insaturadas, há a necessidade de modificar as estruturas dos ácidos graxos, pela saturação com átomos de hidrogênio (Van Soest, 1994), que ocorre via *biohidrogenação*.

Para melhor compreensão do processo de biohidrogenação e sua importância, sugere-se a leitura de Pimentel (2007).

Como mencionado são conhecidos dois caminhos para a produção de CLA em ruminantes, especialmente em animais leiteiros, descritos a seguir:

Na primeira via, o CLA pode ser originado como intermediário da biohidrogenação incompleta de ácidos graxos insaturados de cadeia longa por microrganismos ruminais, advindos da dieta, especialmente por bactérias. Esta reação é catalisada pela enzima ácido linoléico isomerase, que é produzida pela bactéria *Butiryvibrio fibrisolvens*. Por esse caminho, o consumo de C_{18:2} e C_{18:3} e as condições ruminais adequadas para *B. fibrisolvens* são os fatores que podem influenciar a quantidade de CLA disponível para absorção (Pimentel, 2007).

A segunda via ocorre no metabolismo intermediário pela desaturação de ácidos graxos mono insaturados, pela síntese endógena na glândula mamária a partir do ácido trans-vacênico devido à atividade da Δ -9-Desaturase (Elgersma et al., 2004 Apud Pimentel, 2007)

Buman et al. (2001) Apud Tyagi et al. (2010) relatam o efeito de alguns fatores dietéticos sobre o conteúdo de CLA na gordura do leite, que pode ser sintetizado conforme a seguir:

a) *Substratos lipídicos*: Aumento com adição de gordura insaturada; maiores aumentos com óleos contendo grande quantidade de C18:2; aumenta com sais de cálcio de óleos vegetais.

b) *Altos níveis de vegetais*: aumento de óleo de milho possui mínimo efeito; soja processada por calor vai aumentar.

c) *Modificadores de biohidrogenação*: quanto maior quanto for a relação forragem: concentrado; óleos de peixe aumentam mais do que os óleos vegetais; o uso de ionóforos como monensina reflete resultados variáveis; tampões na dieta possuem pouco efeito.

d) *Combinação*: é maior em pastos do que em forragens conservadas.

A quantidade média encontrada de CLA em leite é de 5 mg/g de gordura (Tyagi et al., 2010).

6.2.4. Nitrogênio uréico do leite (NUL) ou milk urea nitrogen (MUN)

Em países tropicais, como no Brasil, a formulação de dietas utiliza informações oriundas de países de clima, vegetação e animais adaptados a condições temperadas, o que pode acarretar em erros. Para contornar esses problemas, indicadores bioquímicos são utilizados como ferramentas de monitoramento, como o nitrogênio uréico encontrado no leite (NUL), indicador esse que reflete o sincronismo do metabolismo energético e protéico intraruminal (Hof et al., 1997).

A partir dos teores de NUL, associado a análises dos componentes protéicos degradáveis e não degradáveis e nível de carboidratos fermentáveis, pode-se verificar se a proteína da dieta está sendo adequadamente utilizada.

A proteína digestível da dieta em ruminantes pode ser degradada no rúmen (PDR) ou escapar para o abomaso e intestinos (PNDR), onde será então digerida. Os aminoácidos e pequenos peptídeos da PNDR são absorvidos e lançados na circulação portal, em semelhança aos monogástricos. Já o nitrogênio advindo da PDR é utilizado para a síntese de proteína microbiana, que necessita adequada relação energia disponível e proteína para que possa ser maximizada.

Na síntese de proteína microbiana pode ocorrer tanto a incorporação de aminoácidos livres e pequenos peptídeos liberados pela proteólise ruminal, quanto a incorporação do nitrogênio amoniacal proveniente da deaminação de aminoácidos e da hidrólise de outros compostos nitrogenados não protéicos da dieta, como a uréia, por exemplo (Magalhães, 2003). Amaral-Philips (2002) Apud Magalhães (2003) informa que a quantidade e a digestibilidade dos carboidratos são os reguladores primários da síntese de proteínas microbianas no rúmen.

Quando ocorre excesso de nitrogênio em relação à disponibilidade de energia, há um aumento das concentrações de amônia intra-ruminais e o nitrogênio não utilizado na síntese protéica é então absorvido, via circulação portal transportado até o fígado, onde é então convertido a uréia pelo ciclo da uréia. No fígado há ainda produção de uréia advinda da amônia derivada da deaminação de aminoácidos absorvidos no intestino, ou seja, da PNDR, e dos processos do catabolismo protéico em geral. A uréia formada via corrente sanguínea, pode ser excretada na urina ou retornar ao rúmen, pelo epitélio ruminal ou pela saliva (Magalhães, 2003)

A uréia pode ser difundida também para outros fluidos biológicos, como o leite (Gustafsson e Palmquist, 1993).

Linn e Garcia (1998) informam, baseados em milhares de amostras individuais de vacas analisadas em Minesota e Pensilvânia, que a média adequada de NUL é de 14 mg/dL, com um desvio padrão de cerca de 4 mg/dL; onde 66% das vacas testadas tiveram valores de NUL entre 10 e 18 mg/dL, com 99% entre 6 e 22 mg/dL. Para os autores, animais com teores de NUL superiores a 22 mg/dL requerem investigação quanto a dieta fornecida, enquanto que valores abaixo de 6 mg/dL provavelmente seriam decorrentes de algum erro analítico.

Teores elevados de NUL sugerem excesso de proteínas (PDR e, ou PNDR) em relação aos carboidratos da dieta, já baixos teores de NUL indicam deficiência de proteínas (Moore e Varga, 1996).

6.3. Material e Métodos

6.3.1. Local

O experimento foi conduzido na fazenda Gilva II, situada no município de Santa Izabel do Pará, entre os meses de Outubro de 2009 e Janeiro de 2010. Foram utilizados 40 dias para adaptação dos animais ao manejo intensivo e 50 para a condução do ensaio, totalizando 90 dias.

6.3.2. Ensaio Experimental e Dieta Experimental

Doze búfalas (*Bubalus bubalis*) da raça Múrrah, com peso vivo inicial em torno de 450 Kg, mantidas em sistema extensivo de criação, sem qualquer suplementação concentrada prévia, foram escolhidas conforme produção de leite, mês de parto e ordem de lactação provável, e divididas em dois grupos:

a) *Grupo 1* – dieta teste: Torta de Amêndoa de Dendê + Silagem de capim elefante. Totalizando 60% de TAD na dieta final.

A dieta controle foi elaborada com TAD, fubá de milho e sal mineral.

b) *Grupo 2* – dieta controle: Concentrado comercial isofibroso em relação ao grupo 1 + silagem de capim elefante.

A dieta do grupo dois foi elaborada com fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, calcário e sal mineral. Os animais foram mantidos sobre sistema intensivo de manejo, separados em dois lotes, conforme alimento teste, com comedouros e bebedouros coletivos. A

instalação era coberta, com piso de concreto. Duas vezes por dia, os animais tinham acesso a área aberta, para receber sal mineral, além de permitir-lhes banho de sol.

As dietas foram balanceadas para atender as exigências de produção de 7 kg de leite em bubalinos, segundo equações de Campanille et al. (2007), e elaboradas para atender, então 12%PB e 67% NDT. As fórmulas foram entregues à fábrica de ração que misturou uma quantidade de duas toneladas. O experimento foi iniciado e amostras das rações foram encaminhadas para análise laboratorial. Infelizmente houve um erro na elaboração das mesmas e por isso não ficaram isoprotéicas (Tabela 24).

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, sendo 40% no período matutino e 60% no período vespertino respeitando o hábito noturno de alimentação da espécie em estudo. Duas vezes por dia, o alimento fornecido, assim com suas sobras foram pesados e amostrados. A composição química das dietas fornecidas nos dois períodos encontra-se na tabela 24.

Tabela 24: Dieta experimental por período e alimento teste.

Nutriente	Período/Alimento			
	1	2	1	2
	TAD	TAD	Controle	Controle
MS(%)	94,32	93,58	93,35	92,71
FDN(%)	55,00	57,80	50,81	54,73
FDA(%)	26,56	27,50	24,26	25,01
EE(%)	4,68	6,58	2,92	2,73
PB(%)	12,19	13,34	17,69	18,65
Lignina(%)	4,90	4,70	2,70	2,36
NIDN(%)	1,37	1,53	1,13	1,8
NIDA(%)	0,69	0,68	0,48	0,47
MM(%)	4,09	4,57	7,20	7,59
EB(cal/g)	4543,49	4837,23	4492,47	4434,08

Cada período constou de 25 dias, 21 utilizados para adaptação animal a dieta e quatro para amostragens e determinação da produção leiteira.

Os animais foram ordenhados uma vez por dia, e recebiam a ração matutina apenas após a ordenha.

Nos dias de coleta, após esgota total dos animais, o leite era pesado e então homogeneizado por 60 segundos, sendo então amostrados em frascos devidamente identificados, e com conservantes específicos conforme análise proposta (bronopol para composição e uréia, e azidiol para CCS e UFC) e enviadas em caixas hermeticamente fechadas contendo gelo reciclado para o Laboratório de Análise de Qualidade do leite da Escola de Veterinária da UFMG, credenciado a Rede Brasileira de Qualidade do Leite do Ministério da Agricultura.

Foram feitas quatro amostragens de leite, por tratamento, para análise de ácido linoléico conjugado, cada uma com cerca de 180 mL, identificada e armazenada a -10°C até o momento da análise. As amostras foram enviadas em caixas hermeticamente fechadas, contendo gelo reciclável, para o laboratório de nutrição animal da EV-UFMG.

A produção de leite foi computada a partir da média da produção dos quatro dias de coleta (Kg) e o ajuste para o padrão de 4% de gordura e 3,1% de proteína corrigido pela fórmula de DiPalo (Campanille et al., 2007), descrita abaixo:

$$\text{Leite ECM} = \{ \{ [(gordura (g) - 40) + (proteínas (g) - 31)] \times 0,01155 \} + 1 \} \times \text{produção}$$

6.3.3. Análises físico-químicas

Todos os padrões utilizados para a calibragem dos equipamentos foram de animais bovinos.

6.3.3.1. Teor de Uréia

Os teores de uréia foram determinados no leite cru pelo método enzimático colorimétrico, no equipamento ChemSpec 150 da marca Bentley® e os resultados expressos em mg/100 mL. (Chemspec..., 1998).

6.3.3.2. Composição centesimal

As análises de composição centesimal foram realizadas utilizando-se equipamento eletrônico por absorção diferencial de ondas no infravermelho, conforme Determination...(1996).

O equipamento utilizado para realização destas análises foi o Bentley 2000[®], que quantifica os macrocomponentes por absorção de luz infravermelha em comprimentos de onda específicos. Para a gordura o comprimento de onda utilizado foi de 5,7 μm , para a proteína, 6,5 μm e para a lactose 9,5 μm (Bentley..., 1998). Os resultados obtidos foram expressos em g/100g (%). O teor de sólidos não gordurosos (SNG) foi obtido pela diferença entre ST e o teor de gordura.

6.3.3.3. Contagem de células somáticas

A contagem de células somáticas foi realizada pelo método de citometria de fluxo conforme FIL/IDF 148A: 1995 (Enumeration...,1995), no equipamento Somacount 300, unidade acoplada ao Bentley 2000[®]. Este sistema combinado é denominado Bentley Combi-System 2300[®]. O resultado foi expresso em células por mL de leite (Somacount..., 1997).

6.3.3.4. Contagem bacteriana total

A contagem bacteriana total foi realizada no equipamento Bentley Bactocount 150, que apresenta o mesmo princípio de funcionamento do Somacount 300, que é a citometria de fluxo. Após transformação estatística baseada em curva de calibração previamente elaborada o resultado encontrado é dado em unidade formadora de colônia (UFC)/mL (Bactocount..., 2002).

6.3.3.5. Ácido Linoléico Conjugado

As análises foram realizadas de acordo com a técnica de extração e metilação, conforme descrito por Chouinard et al. (1999).

6.3.4. Análise estatística

O ensaio foi conduzido através do delineamento experimental quadrado latino 2x2, replicado seis vezes. Os dados foram analisados pelo software estatístico Sisvar 5.0 (Ferreira, 2007).

Os dados de CCS e UFC foram transformados para logaritmo e comparados pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Os dados de CLA foram analisados para intervalo de confiança, sendo eliminados os que se encontravam fora do mesmo e em seguida comparados pelo teste t a 5% de probabilidade. A produção de leite e produção de leite corrigida foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade e os constituintes do leite (gordura, proteína, lactose, sólidos totais e extrato seco total) pelo teste SNK a 5% de probabilidade.

Os testes foram escolhidos conforme número de tratamentos e coeficiente de variação da variável estudada.

6.4. Resultados e Discussão

Os resultados dos teores de Gordura (G), proteína (PTN), lactose (LACT), sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD), produção de leite (PL), produção de leite corrigida (PLC), contagem de células somáticas (CCS), unidades formadoras de colônia (UFC), ácido linoléico conjugado (CLA) e nitrogênio uréico do leite (NUL) encontram-se na Tabela 22.

As análises de variância, coeficientes de variação e média geral encontram-se no Anexo II, quadros oito a 18.

Os valores encontrados para os constituintes do leite de búfala estão de acordo com os encontrados na literatura (Tabela 22).

Tabela 25: Produção de leite (PL), produção de leite corrigida (PLC), teores de Gordura (G), proteína (PTN), lactose (LACT), sólidos totais (ST) e extrato seco desengordurado (ESD), contagem de células somáticas (CCS), unidades formadoras de colônia (UFC), ácido linoléico conjugado (CLA) e nitrogênio uréico do leite (NUL) no leite bubalino, recebendo dietas iso-fibrosas.

Grupo	PL	PLC	G	PTN	LACT	ST	ESD	CCS	UFC	CLA	NUL
	(Kg)	(Kg)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	x10 ³ céls/mL	x10 ³ céls/mL	g/Kg gordura	mg/dL
TAD	3,68a	6,03a	8,93a	3,95a	4,80b	18,88a	9,95b	44a	47a	8,48a	18,85b
Controle	4,39a	6,66a	7,60b	4,11a	4,90a	17,98b	10,38a	34a	24a	5,89b	25,79a

*Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Duncan, t ou SNK ($p < 0,05$).

A produção média de leite encontrada, apesar de baixa, encontra-se acima da relatada como média para Goiânia (4,05 L) e para São Paulo (4,66 L) (Amaral, 2005). A mesma não apresentou diferença estatística ($P > 0,05$) entre os tratamentos estudados (Tabela 25). O gráfico 11 mostra a variação nos dois tratamentos ao longo dos meses estudados.

A produção de leite foi inferior a calculada, dentre as possíveis justificativas para tal a que mais se aplica é que os animais receberam a dieta cerca de 90 dias pós parição, momento de declínio da curva de lactação, e não antes da parição. Aliado a isso há o fato que esses animais estavam recebendo pela primeira vez uma suplementação concentrada.

Apesar da dieta controle ter apresentado um maior percentual de proteína bruta (tab.25) não foi observado efeito benéfico dessa proteína excedente nos teores de proteína do leite ou na produção de leite ($P > 0,05$), ao contrário, o que se observou é que houve uma excreção do excedente desse nitrogênio no leite (Tabela 25).

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre a proteína do leite entre os alimentos estudados (Tabela 25, gráfico 13). Os valores estão de acordo com os encontrados para a espécie bubalina, ficando evidente que houve disponibilidade suficiente de aminoácidos para a produção de proteína do leite.

A dieta do grupo do dendê possuiu um teor de EE (%) mais elevado, de até 3,9% da MS total. Segundo Pimentel (2007) a inclusão de lipídios na alimentação de vacas leiteiras pode ocasionar redução no teor de gordura do leite, em função de modificações no ambiente

ruminal, essas modificações podem ter efeito inibitório sobre a digestão de matéria seca, o que influenciaria o suprimento de ácido acético, principal fonte de carbono para a síntese de gordura na glândula mamária, o que também pode ter ocorrido devido à queda na quantidade de proteína bacteriana.

Não foi verificada redução na gordura do leite, e o maior percentual de gordura foi encontrado nas amostras provenientes do grupo recebendo dendê (Tabela 25, gráfico 12). Ribeiro (2009), trabalhando com óleo de soja em até 4,5% de inclusão na MS da dieta também não observou efeito sobre adição do mesmo na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura; mesmo fato observado por Pimentel (2007), que não encontrou efeito sobre a produção de leite corrigido para 4% de gordura em vacas recebendo diferentes níveis de castanha de caju como suplemento.

Os valores de CCS foram de 34.000 células /mL para o grupo padrão contra 44.000 células/mL, sem diferença estatística entre os mesmos ($P>0,05$). O baixo nível de CCS demonstra a grande resistência da espécie animal a condições adversas.

Levando em consideração que as ordenhas foram realizadas manualmente, sem limpeza prévia, em ambiente inadequado, esperavam-se valores superiores. Parece que a resistência a mastite é mais uma característica positiva da espécie bubalina (Amaral et al., 2004), a anatomia dos tetos das búfalas, especialmente do esfíncter parece ser a principal justificativa para essa maior resistência.

Amaral et al (2004) demonstraram variação na CCS de 8 a 38×10^3 células/ml no leite de búfalas criadas a pasto, submetidas a uma ordenha diária manual com bezerro ao pé, nesse experimento o bezerro acompanhava a búfala após a ordenha e ingeria o leite residual presente no úbere. Procedimento também adotado no corrente estudo.

Níveis elevados de células somáticas podem provocar queda no valor nutritivo (Costa et al., 1999) e na produção de leite, aumento da quantidade de leite descartado pelo uso de antibióticos em vacas tratadas, elevação do custo com medicamentos e dos gastos com assistência técnica e, conseqüentemente, diminuição da vida produtiva dos animais

(Domingues et al., 1999). Pelo corrente estudo, não houve necessidade de descarte de leite e nem redução no valor nutritivo do meso.

Os teores de sólidos totais e extratos secos totais foram diferentes entre si ($p < 0,05$), estando de acordo com o padrão bubalino, relatos por Amaral (2005). O tratamento dendê apresentou maior teor de sólidos totais, provavelmente em função do maior teor de gordura percentual, visto que essa foi a maior fração dentro dos sólidos totais e único componente que foi superior na dieta contendo TAD. Dessa forma, o dendê aparece como alternativa para incrementar a produção leiteira, favorecendo um melhor rendimento industrial desse produto.

Os valores de NUL encontraram-se acima do padrão sugerido, em torno de 14 mg/dL (Tabela 25, gráfico 14), entretanto os valores de NUL para o alimento dendê encontram-se muito próximos dos valores aceitáveis com os adequados (até 18mg/dL). Já os valores de NUL para a dieta controle mostram inadequada relação proteína:energia, ocorrida em função de um excesso de proteína degradável ou não no rúmen, em relação a baixa concentração de carboidratos não estruturais, ou uma baixa disponibilidade de ambos.

O *ácido linoléico conjugado* foi aproximadamente **44%** superior no tratamento dendê comparado com o tratamento controle ($p < 0,05$) (Tabela 25). Os valores encontrados no estudo foram superiores aos sugeridos como níveis médios de CLA, que é de 5mg/dL (Tyagi et al., 2010).

Parece certo supor que a utilização de subprodutos fibrosos na dieta de animais leiteiros pode incrementar o teor de ácido linoléico conjugado do leite, alternativa simples e normalmente mais barata na maioria das regiões. Há a necessidade de novos estudos para verificar se essa inclusão de subprodutos fibrosos pode de fato contribuir com o aumento dos níveis de CLA.

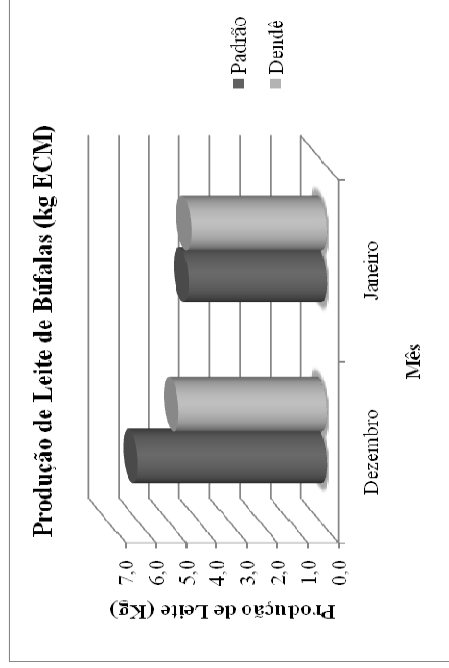


Gráfico 11: Produção de leite em bubalinas recebendo duas dietas distintas.

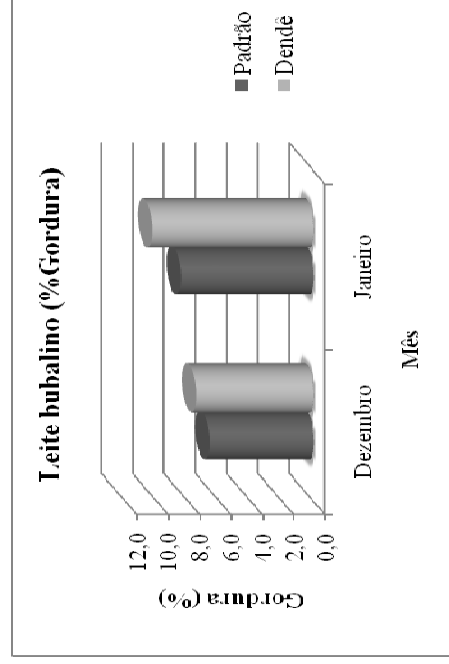


Gráfico 12: Percentual de gordura do leite de bubalinas recebendo duas dietas distintas. .

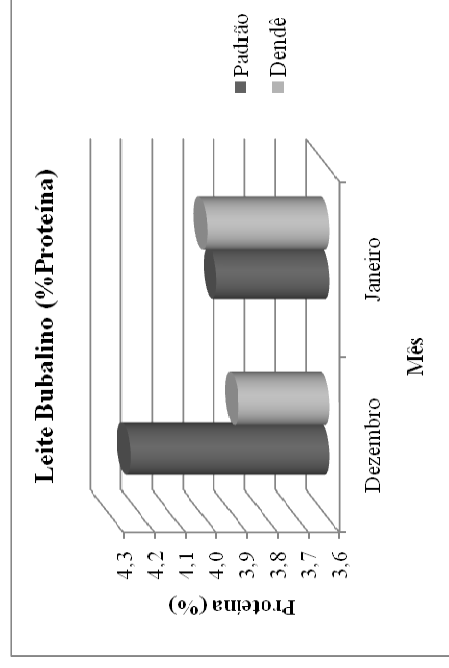


Gráfico 13: Percentual de proteína do leite de bubalinas recebendo duas dietas distintas.

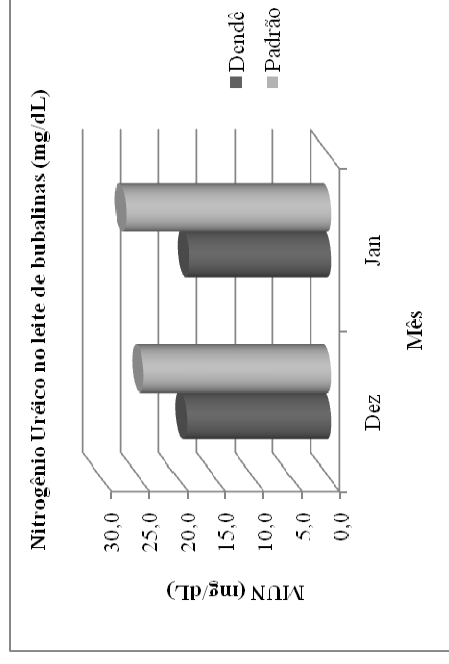


Gráfico 14: NUL no leite de bubalinas recebendo duas dietas distintas

As informações de Bauman et al. (2001) Apud Tyagi et al. (2010) sugerem que a utilização de forragem conservada possui efeito inferior a pastagens para CLA. A partir do estudado, foi observado que os níveis de CLA foram superiores, na dieta estudada, que continha subproduto fibroso em grande quantidade. A partir do exposto sugere-se que dietas contendo subprodutos fibrosos poderiam ter níveis de CLA menores do que os encontrados sob pastagens e maiores do que aqueles sob concentrados, sendo assim intermediárias. Essa informação necessita de maior esclarecimento, para futuramente nortear formulações de dietas com essa finalidade.

Sistemas produtivos de leite costumam apresentar melhores índices produtivos mediante ampla suplementação concentrada, que inferem maior produção. Dessa forma, parece que a inclusão de subprodutos fibrosos em dietas de animais leiteiros pode contribuir aumentando os níveis de gordura, de sólidos totais e principalmente do CLA no leite, atuando de forma intermediária entre a produção a pasto (maior níveis de sólidos e CLA) e a suplementação com concentrados (maior quantidade). A quantidade a ser suplementada deve ser estudada para os mais diferentes subprodutos.

A inclusão de 60% de TAD em dietas para bubalinas leiteiras melhorou índices que visam o beneficiamento do leite, entretanto reduziu a quantidade de leite produzida.

A inclusão ou não da TAD para a produção de leite bubalina deve levar em consideração a finalidade da produção. Se a finalidade da produção for o beneficiamento (produção de queijos) sugere-se sua inclusão a 60%; já se a produção visar à venda *in natura*, sem pagamento por qualidade, então não se sugere sua inclusão, ao menos que haja limitação de volumosos.

6.5. Conclusão

A adição de torta de amêndoa de dendê em um nível de 60% de aumentou os teores de gordura, sólidos totais e ácido linoléico conjugado, com valores percentuais superiores aos do alimento controle.

A inclusão de torta de amêndoa de dendê apresentou aproximadamente 44% mais ácido linoléico conjugado no leite do que na dieta controle. Sugerem-se estudos com outros subprodutos fibrosos para o conhecimento se a inclusão dos mesmos acarreta aumento dos níveis de ácido linoléico conjugado.

A utilização desse subproduto fibroso pode melhorar a qualidade do leite, e ainda assim manter a produtividade dos rebanhos. Outros subprodutos requerem semelhante estudo para adequada conclusão.

Os resultados sugerem que as bubalinas do corrente estudo, apenas pela nutrição, não foram favorecidas pela suplementação alimentar. Ao que tudo indica, uma segunda ordenha e/ou o melhoramento genético teriam colaborado mais positivamente com o incremento dos índices produtivos.

6.6. Referência Bibliográfica

ABUGHAZALEH, A. A.; SCHINGOETHE, D. J.; HIPPEN, A. R.; KALSCHEUR, K. F. Conjugated linoleic acid and vaccenic acid in rumen, plasma, and milk of cows fed fish oil and fats differing in saturation of 18 carbon fatty acids. *J. Dairy Sci.*, v. 86, p. 3648-3660, 2003.

ABUGHAZALEH, A. A.; SCHINGOETHE, D. J.; HIPPEN, A. R.; KALSCHEUR, K. F. Milk conjugated linoleic acid response to fish oil supplementation of diets differing in fatty acid profiles. *J. Dairy Sci.*, v. 86, p. 944-953, 2003b.

AMARAL, F.R. *Fatores que interferem na contagem de células somáticas e constituintes do leite de búfalas*. 2005. 46f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

AMARAL, F.R.; CARVALHO, L.B.; SILVA, N.; BRITO, J.R.F.; SOUZA, G. N. Composição e Contagem de Células Somáticas em Leite Bupalino na Região do Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil. *Rev. Inst. Lat Cândido Tostes*, v. 59, n.339, p. 37-41, 2004.

BACTOCOUNT 150 operator's manual. Chaska: Bentley Instruments Inc., 2002. 49 p.

BANNI, S.; HEYS, S.D.; WAHLE, K.W.J. Conjugated linoleic acid as anticancer nutrients: studies *in vivo* and cellular mechanisms. In: SÉBÉDIO, J.L.; CHRISTIE, W.W.; ADLOF, R. *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. USA:AOCS press, 2003. p. 267-282.

BARBOSA, N.G.S. Bupalinocultura no Estado do Pará. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.29, n.1, p.34-38, 2005.

BENTLEY 2000 Operator's Manual. Chaska: Bentley Instruments Inc., 1998. 79 p.

BLOCK, E. Nutrição de vacas leiteiras e composição do leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 2, 2000. Curitiba:UFPR. *Anais...* p. 85-88.

BRASIL. Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade do leite tipo A, do leite tipo B, do leite tipo C, do leite pasteurizado e do leite cru refrigerado e o regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 20 set. 2002. Seção 1, p. 1.

BRITO, J.R.F.; DIAS, J.C. *A qualidade do leite*. Juiz de Fora: Embrapa/São Paulo: Tortuga, 1998. 98 p.

CAMPANILE, G.; BERNARDES, O.; BASTIANETTO, E.; BARUSELLI, P.S.; ZICARELLI, L.; VECCHIO, D. *Manejo de búfalas leiteiras*. São Paulo: ABCB, 2007. 80p.

CHEMSPEC 150: user's guide. Chaska: Bentley Instruments Inc., 1998. 17 p.

CHIN, S. F.; LIU, W.; STORKSON, J. M.; HA, Y. L.; PARIZA, M. W. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *J. Food Compos. Anal.*, v. 5, p. 185-197, 1992.

CHOUINARD, Y.P.; CORNEU, L.; BARBANO, D.M.; METZGER, L.E.; BAUMAN, D.E. Conjugated linoleic acid alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows. *J. Nutr.*, v. 129, p. 1579-1584, 1999.

CHRISTIE, W.W. Analysis of Conjugated Linoleic Acid: An Overview. In: SÉBÉDIO, J.L.; CHRISTIE, W.W.; ADLOF, R. *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. USA: AOCS press, 2003. p. 1-12.

CLAPHAM, W.M.; FOSTER, J.G.; NEEL, J.P.S.; FEDDERS, J.M. Fatty Acid Composition of Traditional and Novel Forages. *J. Agric. Food Chem.*, v. 53, n. 26, p. 10068–10073, 2005.

COSTA, E.O.; WATANABE, E.T. Tratamento de mastite In: ENCONTRO DE PESQUISADORES EM MASTITE, 3. Botucatu, SP: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. 1999. *Anais...* p. 87-101.

DETERMINATION of milk fat, protein and lactose content in whole milk—Guide for the operation of mid-red instruments. *International IDF Standard*, n. 141B, 1996.

DHIMAN, T. R.; SATTER, L. D.; PARIZA, M. W.; GALLI, M. P.; ALBRIGHT, K.; TOLOSA, M. X. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. *J. Dairy Sci.*, v. 83, p. 1016-1027, 2000.

DOMINGUES, P.F.; LANGONI, H.; ROCHA, N.S. et. al. Concentração plasmática de cobre, ferro, zinco, vitamina C e Beta caroteno em vacas com mastite subclínica. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES EM MASTITE, 3. Botucatu, SP: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. 1999. *Anais...* p.143.

EBERHART, R.J.; HUTCHINSON, L.J.; SPENCER, S.B. Relationships of bulk tank somatic cell counts to prevalence of intramammary infection and to indices of herd production. *Journal of Food Protection*, v.45, n.12, p.1125- 1128. 1982.

ENUMERATION of somatic cells in milk. *International IDF Standard*, n. 148A, 1995.

EYNARD, A.R.; LOPEZ, C.B. Hypothesis: Conjugated linoleic acid (CLA) versus saturated fats/cholesterol: their proportion in fatty and lean meats may affect the risk of developing colon cancer. *Lipids in Health and disease*, n.2, 5p., 2003. Disponível em: <<http://www.lipidworld.com/content/pdf/1476-511X-2-6.pdf>> Acesso em: 20/05/2010.

FERREIRA, D.F. *SISVAR* Versão 5.0. Departamento de Ciências Exatas. UFPA, Lavras, MG, 2007.

FERREIRA, T.A.; GUINART, T.C.; LAICINI, Z.M.; MURTA, P.H.G. Características do leite de búfala e seus derivados. *Leite & Derivados*, n.22, p.16-20, 1995.

GRUMMER, R.R. Effect of feed on the composition of milk fat. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3244-3257, 1991.

GUIDRY, A. J. Mastitis and the immune system of the mammary gland. In: LARSON, B.L. *Lactation*. Iowa, USA: The Iowa State University Press, 1985. p. 262-299.

GUSTAFSOON, A.H.; PALMISQUIST, D.L. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea and milk urea in dairy cows at high and low yields. *J. Dairy Sci.*, v.76, n.2, p.475-484, 1993.

HARDING, F. *Milk quality*. London: Chapman & Hall, 1995. 166p.

HOF, G.; VERVOORN, M.; LENAERS, P.J.; TAMMINGA, S. Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 80, n. 12, p. 3333-3340, 1997.

JIANG, J.; BJOERCK, L.; FONDEN, R.; EMANUELSON, M. Occurrence of conjugated *cis*-9, *trans*-11-octadecadienoic acid in bovine milk: effects of feed and dietary regimen. *J. Dairy Sci.*, v. 79, p. 438-445, 1996.

LINN, J.; GARCIA, A. Practical considerations for monitoring milk urea nitrogen. In: TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, Columbus: The Ohio State University. 1998. *Proceedings...*p. 205-215.

MacDONALD, H.B. Conjugated Linoleic Acid and Disease Prevention: A review of current knowledge. *J. Amer. College of Nutr.*, v. 19, n. 2, p. 111S-118S, 2000.

MACHADO, P.F.; PEREIRA, A.R.; SARRIÉS, G.A. Efeitos da contagem de células somáticas na qualidade do leite e a atual situação de rebanhos brasileiros. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v.54, n.309, p.10-16, 1999.

MAGALHÃES, A.C.M. *Teores de nitrogênio uréico no leite e no plasma de vacas mestiças*. 2003. 56p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MIR, P. S.; MCALLISTER, S.; SCOTT, S.; AALHUS, J.; BARON, V.; MCCARTNEY, D.; CHARMLEY, E.; GOONEWARDENE, L.; BASARAB, J.;

OKINE, E.; WESELAKE, R. J.; MIR, Z. Conjugated linoleic acid-enriched beef production. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 79 (Suppl.), p. 1207S-1211S, 2004.

MONARDES, H. Programa de pagamento de leite por qualidade em Québec, Canadá. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 1. Curitiba:UFPR. 1998. *Anais...*p. 40-43.

MOORE, D.A.; VARGA, G. BUN and MUN: urea nitrogen testing in dairy cattle. *Compendium on Continuing Education for Practicing Veterinarian*, v.18, n.6, p.712-721, 1996.

MÜHLBACH, P. R. F. Nutrição da vaca em lactação e a qualidade do leite. In: SIMPÓSIO DE BOVINOCULTURA DE LEITE, Chapecó: Sociedade Catarinense de Médicos Veterinários –Núcleo Oeste. 2003. *Anais...*Disponível em: <<http://www.nucleovet.com.br/simposio.htm>> Acesso em: 10/04/2007.

NEVES, N.L.B. Contribuição da bubalinocultura para a produção leiteira. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. *Caracterização e implantação de uma política para o leite*. Piracicaba: FEALQ, 1985. p.37-46.

OLIVEIRA, C.A.F. Avanços tecnológicos na produção de derivados de leite bubalino. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE BUBALINOCULTURA, 2, Pirassuunga: UFMVZ, 2001. *Anais...*CD-ROM.

PARIZA, M. W. Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 79 (Suppl.), p. 1132S-1136S, 2004.

PARODI, P.W. Conjugated Linoleic Acid in Food. In: SÉBÉDIO, J.L.; CHRISTIE, W.W.; ADLOF, R. *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. USA:AOCs press, 2003. p.101-122.

PIMENTEL, P.G. *Digestão e desempenho de vacas leiteiras consumindo dietas com castanha de caju*. 2007. 95p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

REIS, R.B.; GLÓRIA, J.R.; VIEIRA, L.R.; FARIA, B.N. Manipulação da composição do leite pela nutrição da vaca. In: SIMPÓSIO DO AGRONEGÓCIO DO LEITE: PRODUÇÃO, GESTÃO E QUALIDADE, 1. Belo Horizonte: EV-UFMG. 2004. *Anais...CD-ROM*.

RENEAU, J. K. Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control. *J. Dairy Sci.*, v. 69, p.1708-1720, 1986.

RIBEIRO, C.G.S. *Níveis crescentes de óleo de soja em dieta baseada em capim-elefante (Pennisetum purpureum Shumack) picado sobre parâmetros da fermentação e cinética ruminal, composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas mestiças*. 2009. 188p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SILVEIRA, A.C. Os bubalinos na produção leiteira. In: R, A.A. *Contribuição ao estudo dos bubalinos: período de 1972-2001: palestras*. Botucatu: FMVZ, 2002. p.291-296. Disponível em: <
[http://www.fmvz.unesp.br/bufalos/HPBufalos_files/Palestras_AAR/00%20PALESTRA 2002%20%20CAPA.pdf](http://www.fmvz.unesp.br/bufalos/HPBufalos_files/Palestras_AAR/00%20PALESTRA%202002%20%20CAPA.pdf)> Acesso em: 03/06/2010.

SOMACOUNT 300 Operator's Manual. Chaska: Bentley Instruments Inc., 1997. 116 p.

SWAISGOOD, H.E. Characteristics of milk. In: FENNEMA, O. R. *Food chemistry*. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 841-878.

TERRAMOCCIA, S.; BARTOCCI, S.; TRIPALDI, C.; DANESE, V. Difficoltà alla Coagulazione del Latte di Búfala: Caratteristiche Chimico – Fisiche e Sanitarie. In:

CONGRESSO SULL'ALLEVAMENTO DEL BÚFALO, 1, Eboli – Italia: Associazione Nazionale Allevatori Specie Bufalina, 2001. *Atti...* p. 327-331.

TONHATI, H.; LIMA, A.L.F.; DUARTE, J.M.C.; MUNOZ, M.F.C. Factors Affecting Milk Yield and Milk Constituents in Brazilian Buffaloes. *Buffalo Newsletter*, n.20, p.15, 2004.

TYAGI, A.; KATHIRVELAN, C.; SINGHAL, K.K. *Dietary manipulation for enhancing conjugated linoleic acid content in Milk and Milk products for health benefits*. Índia: ICAR, 2010. 32p.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminants*. 2.ed. Nova Iorque, EUA: Cornell University press, 1994. 476p.

VILLARES, J.B.; RAMOS, A.A.; ROCHA, C.P. Eficiência reprodutiva de búfalos Jafarabadi nos vales do Tietê e do Ribeira em São Paulo, Brasil. In: RAMOS, A.A.; VILLARES, J.B.; MOURA, J.C. *Bubalinos*. Campinas, 1979. 323p.

WALSTRA, P.; JENNESS, R. *Química y física lactológica*. Zaragoza: Acribia, 1984. 423p.

WAITTIAUX, M.A. *Nutrição e Alimentação*. Madison: University of Wisconsin, 1998. 128p.

Capítulo 7: Considerações e implicações

A torta de amêndoa de dendê é um alimento que é produzido ao longo de todo o ano, sem interrupção, com certa oscilação de disponibilidade em função da maturação de frutos.

A torta de amêndoa de dendê variou ao longo do ano em função da qualidade do fruto originário, mas principalmente em função de sucessivas limitações na planta industrial. A padronização da torta de amêndoa de dendê é um processo viável. Quanto menor o índice de extrato etéreo na torta, mais eficiente o processo industrial.

Os bubalinos apresentaram o maior consumo de MS, FDN, EE, PB ($\text{g/Kg}^{0,75}$) e ED ($\text{Kcal/Kg}^{0,75}$) em dieta com 60% de Torta de Amêndoa de Dendê.

A digestibilidade teve resposta quadrática. Os bubalinos apresentaram a melhor digestibilidade de MS, FDN, EE, PB, EB em dieta com 60% de Torta de Amêndoa de Dendê.

A torta de amêndoa de dendê possui alta degradabilidade ruminal. A alta degradabilidade efetiva da parede celular sugere a necessidade de uma fonte nitrogenada de similar taxa de degradação para uma maior eficiência de síntese de proteína microbiana.

O pH ruminal em bubalinos suplementados com diferentes níveis de torta de amêndoa de dendê esteve dentro da faixa que permite adequado ambiente para máxima atividade dos microrganismos ruminais.

A dieta contendo diferentes níveis de torta de amêndoa de dendê apresentou taxa de passagem de sólidos em torno de 2%/h, característica de alimentos volumosos.

O método das bolas é um método prático, eficiente e barato para estimativa do volume de gás ruminal.

A inclusão da torta de amêndoa de dendê aumentou a fração gasosa ruminal. Estudos quanto à quantificação desses gases são necessários.

Os búfalos apresentaram baixa população de protozoários totais, que decresceu com o aumento da torta de amêndoa de dendê. O decréscimo de protozoários é esperado em dietas ricas em volumosos.

A relação Acetato:Propionato aumentou com a adição da torta de amêndoa de dendê.

A torta de amêndoa de dendê apresentou características de digestibilidade, degradabilidade *in situ*, taxa de passagem, produção de ácidos graxos voláteis que permitem concluir que a mesma é um alimento volumoso e pode ser utilizado até um nível de inclusão de 60% para bubalinos. Sugere-se a suplementação de fonte de nitrogênio quando da sua utilização.

A inclusão de torta de amêndoa de dendê aumentou o ácido linoléico conjugado do leite, quando comparado com dieta contendo concentrados convencionais. Há que se estudar se o mesmo ocorrerá com outros subprodutos fibrosos.

Os resultados sugerem que as búfalas não foram favorecidas pela suplementação alimentar, durante o ensaio estudado, para a variável produção de leite.

A utilização desse subproduto fibroso pode melhorar a qualidade do leite, e ainda assim manter adequada produtividade dos rebanhos, quando comparada com concentrados comercialmente utilizados. Outros subprodutos necessitam semelhante estudo.

A alta produtividade do dendê por hectare torna esse alimento uma excelente alternativa sustentável para o setor pecuário do estado do Pará, se utilizado como volumoso, pois a abertura de novas áreas e a recuperação de áreas já abertas para a pecuária são procedimentos onerosos e delicados, do ponto de vista ambiental. A possibilidade da utilização da torta de amêndoa de dendê como alimento substitutivo parcial ao volumoso tradicional, pasto, parece ser uma alternativa viável a esse problema.

Em resposta as hipóteses levantadas, pode-se concluir que:

A introdução de novos procedimentos operacionais, durante o processamento industrial do dendê, pode reduzir a variabilidade da composição nutricional da torta de amêndoa de dendê.

A adição de torta de amêndoa de dendê no suplemento concentrado não aumentou a produção de leite de búfalas, porém melhorou seus constituintes sólidos, principalmente gordura e proteína.

A torta de amêndoa de dendê adicionada em 60% nas dietas de bubalinas aumentou o teor de ácido linoléico conjugado (CLA) no leite das mesas quando em comparação com concentrados convencionais.

Baseada no corrente estudo parece certo supor que a adição de subprodutos fibrosos em rações para animais leiteiros pode aumentar os teores de CLA no leite culminando com um produto intermediário, para esse teor, entre dietas de animais criados a pasto e recebendo concentrados. A confirmação dessa suposição assim como a quantidade dos diferentes subprodutos fibrosos a ser adicionada requer mais estudos.

A torta de amêndoa de dendê não deve ser utilizada como suplemento concentrado, mas sim como suplemento volumoso.

Anexo I – Figuras

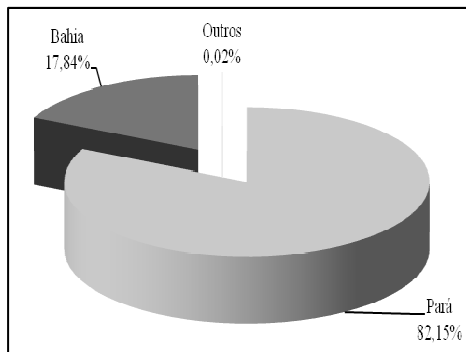


Figura 1- Principais estados produtores de dendê em 2008. **Fonte:** IBGE (2008)**.



Figura 4- Torta de Amêndoa de Dendê **Foto:** Palmasa S/A.



Figura 2- Plantio e cachos de dendê **Foto:** Paulo Campos Christo Fernandes.

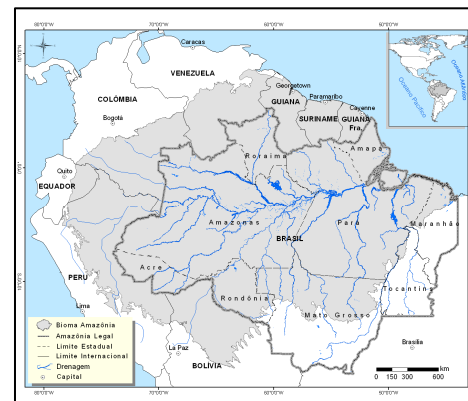


Figura 5- Mapa Bioma Amazônico **Fonte:** Imazon (2010)**.



Figura 3- Fruto do dendê. Destacando polpa e semente. **Foto:** Vale.

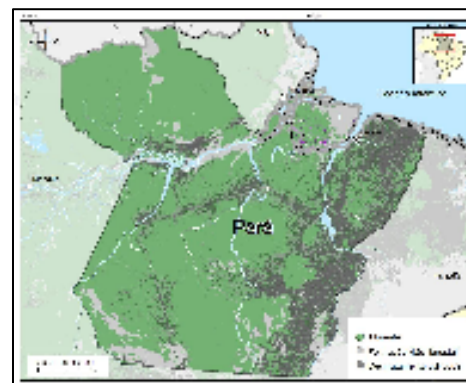


Figura 6- Desmatamento da Floresta Amazônica no estado do Pará. **Fonte:** Imazon (2010)**.

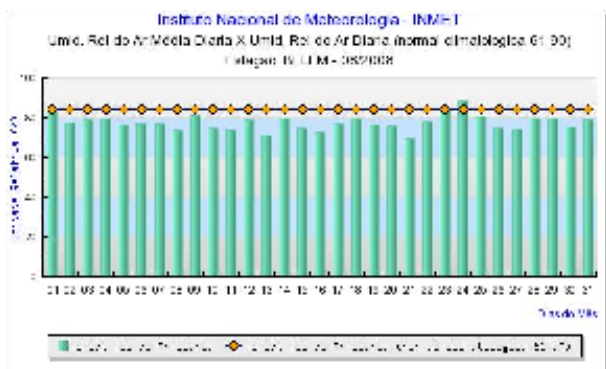


Figura 7- Umidade Relativa do Ar: Dias do mês de Agosto de 2008 e período de 1961 a 1990. **Fonte:** Inmet (2010)***.

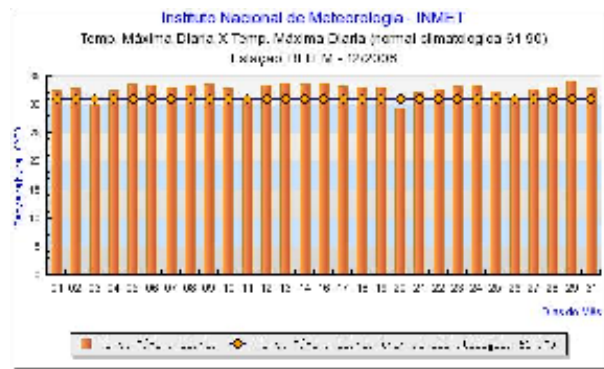


Figura 10- Temperatura Máxima diária: Dias do mês de Dezembro de 2008 e período de 1961 a 1990. **Fonte:** Inmet (2010)***.

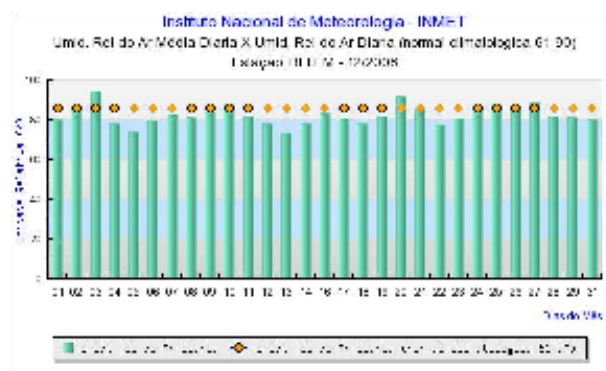


Figura 8- Umidade Relativa do Ar: Dias do mês de Dezembro de 2008 e período de 1961 a 1990. **Fonte:** Inmet (2010)***.

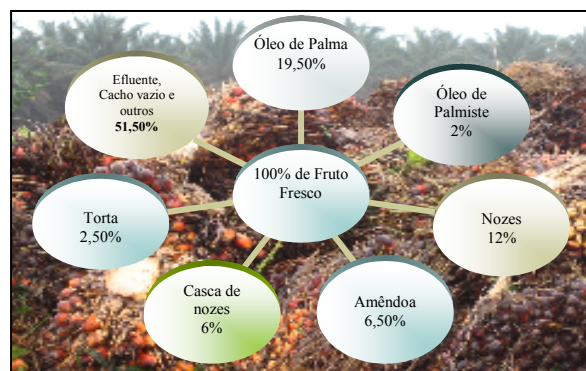


Figura 11- Rentabilidade do fruto fresco do dendê (comunicação pessoal)¹¹.

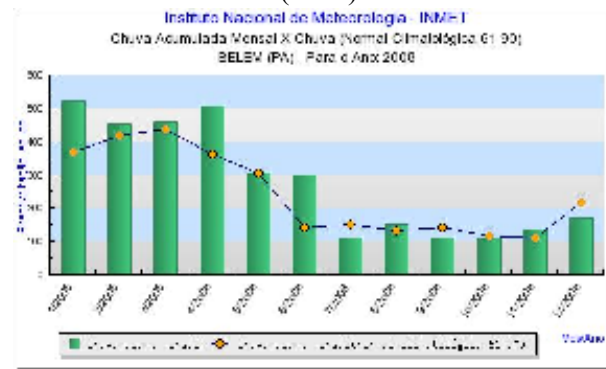


Figura 9- Chuva acumulada mensal: Ano de 2008 e período de 1961 a 1990. **Fonte:** Inmet (2010)***.

¹¹ Comunicação pessoal. GOMES, L. Palmasa/SA, 2010. Foto do fundo gentilmente cedida por Paulo Campos Christo Fernandes.



Figura 12- Esterilização



Figura 16- Descascação



Figura 13- Debulha do cacho



Figura 17- Mesa separadora de cascas



Figura 14- Digestão da polpa



Figura 18- Amêndoas sem casca



Figura 15- Prensagem da polpa



Figura 19- Prensagem e TAD



Figura 20- Torta de amêndoa de dendê (TAD)



Figura 23- Vista Externa das Instalações



Figura 21- Clarificação do óleo de Dendê



Figura 24- Animais e ambiente experimental



Figura 22- Clarificação do óleo de Palmiste



Figura 25- Fornecimento do Lipe®

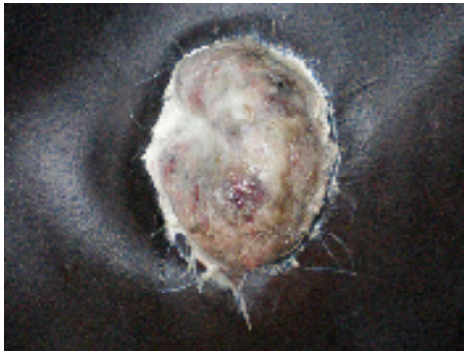


Figura 26- Parede ruminal necrosada momentos antes do corte



Figura 29- Introdução da fibra mordante



Figura 27- Preparo da fibra mordante. Complexação do dicromato de sódio com a fibra



Figura 30- Coleta de fezes



Figura 28- Equipamento de proteção pessoal completo fornecido pela CIPA/EMBRAPA-CPATU, para o preparo da fibra mordante, processo com risco cancerígeno



Figura 31- Sacos prontos para incubação *in situ*



Figura 32- Ambiente ruminal bubalino



Figura 33- Bolas (Método das bolas)



Figura 34- Estimativa da produção de gás pelo método das bolas



Figura 35- Material ruminal sólido



Figura 36- Material líquido ruminal

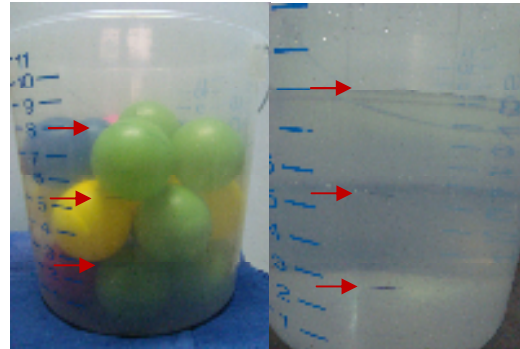


Figura 37- Determinação do volume individual da bola



Figura 38- Coleta para determinação de protozoários ruminais

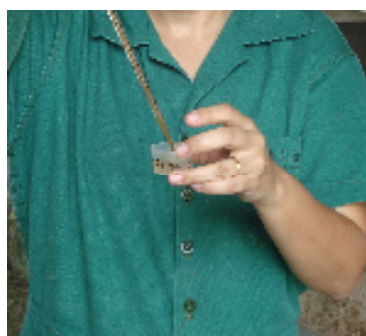


Figura 39- Conservação de amostra

Anexo II: Quadros de análise de variância (ANAVA)

Quadro 1: ANAVA- Sólidos (L)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ANIMAL	2	108.019504	54.009752	1.689	0.2619
NIVEL	3	859.606373	286.535458	8.961	0.0123
erro 1	6	191.845296	31.974216		
HORA_	3	110.240273	36.746758	9.593	0.0002
NIVEL*HORA_	9	86.871752	9.652417	2.520	0.0342
erro 2	24	91.936600	3.830692		
Total corrigido	47	1448.519798			
CV 1 (%) =	30.22				
CV 2 (%) =	10.46				
Média geral:	18.7085417	Número de observações:	48		

Quadro 2: ANAVA- Líquido (L)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ANIMAL	2	354.980254	177.490127	25.739	0.0011
NIVEL	3	346.169306	115.389769	16.733	0.0025
erro 1	6	41.375262	6.895877		
HORA_	3	48.353356	16.117785	6.037	0.0032
NIVEL*HORA_	9	88.994435	9.888271	3.704	0.0049
erro 2	24	64.075283	2.669803		
Total corrigido	47	943.947898			
CV 1 (%) =	18.22				
CV 2 (%) =	11.34				
Média geral:	14.4135417	Número de observações:	48		

Quadro 3: ANAVA- Gás (L)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ANIMAL	2	916.802629	458.401315	5.223	0.0486
NIVEL	3	2327.667256	775.889085	8.841	0.0127
erro 1	6	526.587838	87.764640		
HORA_	3	272.454773	90.818258	6.861	0.0017
NIVEL*HORA_	9	176.920685	19.657854	1.485	0.2096
erro 2	24	317.668667	13.236194		
Total corrigido	47	4538.101848			
CV 1 (%) =	50.89				
CV 2 (%) =	19.76				
Média geral:	18.4077083	Número de observações:	48		

Quadro 4: ANAVA- Total (L)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ANIMAL	2	114.405313	57.202656	3.669	0.0910
NIVEL	3	853.219783	284.406594	18.239	0.0020
erro 1	6	93.557554	15.592926		
HORA_	3	178.380983	59.460328	7.017	0.0015
NIVEL*HORA_	9	139.363467	15.484830	1.827	0.1150
erro 2	24	203.372000	8.473833		
Total corrigido	47	1582.299100			
CV 1 (%) =	7.66				
CV 2 (%) =	5.65				

Média geral: 51.5275000 Número de observações: 48

Quadro 5: ANAVA- Sólido (%)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ANIMAL	2	577.909800	288.954900	1.821	0.2410
NIVEL	3	5529.523267	1843.174422	11.615	0.0065
erro 1	6	952.118083	158.686347		
HORA_	3	891.213050	297.071017	12.717	0.0000
NIVEL*HORA_	9	546.755817	60.750646	2.601	0.0297
erro 2	24	560.637383	23.359891		
Total corrigido	47	9058.157400			
CV 1 (%) =	33.59				
CV 2 (%) =	12.89				
Média geral:	37.5000000		Número de observações:	48	

Quadro 6: ANAVA- Líquido (%)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ANIMAL	2	1284.193454	642.096727	20.694	0.0020
NIVEL	3	777.912083	259.304028	8.357	0.0146
erro 1	6	186.169929	31.028322		
HORA_	3	81.224717	27.074906	2.288	0.1042
NIVEL*HORA_	9	223.593367	24.843707	2.099	0.0712
erro 2	24	284.060217	11.835842		
Total corrigido	47	2837.153767			
CV 1 (%) =	19.98				
CV 2 (%) =	12.34				
Média geral:	27.8791667		Número de observações:	48	

Quadro 7: ANAVA- Gás (%)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ANIMAL	2	3302.508404	1651.254202	6.012	0.0369
NIVEL	3	5757.266950	1919.088983	6.987	0.0220
erro 1	6	1647.959762	274.659960		
HORA_	3	594.997317	198.332439	6.810	0.0017
NIVEL*HORA_	9	252.566067	28.062896	0.964	0.4926
erro 2	24	699.006967	29.125290		
Total corrigido	47	12254.305467			
CV 1 (%) =	47.87				
CV 2 (%) =	15.59				
Média geral:	34.6216667		Número de observações:	48	

Quadro 8: ANAVA – Produção de leite (Kg)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
QL	5	13.996885	2.799377	2.426	0.1092
DIETA	1	3.035259	3.035259	2.630	0.1359
ANIMAL (QL)	6	5.084811	0.847468	0.734	0.6337
PERIODO	1	0.760060	0.760060	0.659	0.4359
erro	10	11.539077	1.153908		
Total corrigido	23	34.416093			
CV (%) =	26.63				
Média geral:	4.0341250		Número de observações:	24	

Quadro 9: ANAVA – Produção de leite corrigida (Kg)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
QL	5	22.291695	4.458339	1.643	0.2356
DIETA	1	2.389597	2.389597	0.880	0.3702
ANIMAL (QL)	6	13.722992	2.287165	0.843	0.5649
PERIODO	1	15.014762	15.014762	5.532	0.0405
erro	10	27.141055	2.714106		
Total corrigido	23	80.560101			
CV (%) =	25.96				
Média geral:	6.3452917	Número de observações:	24		

Quadro 10: ANAVA – Produção de gordura (%)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
QL	5	35.850133	7.170027	6.176	0.0073
DIETA	1	10.560267	10.560267	9.096	0.0130
ANIMAL (QL)	6	10.609550	1.768258	1.523	0.2651
PERIODO	1	32.387267	32.387267	27.897	0.0004
erro	10	11.609567	1.160957		
Total corrigido	23	101.016783			
CV (%) =	13.04				
Média geral:	8.2658333	Número de observações:	24		

Quadro 11: ANAVA – Produção de proteína (%)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
QL	5	0.812087	0.162417	0.947	0.4921
DIETA	1	0.152004	0.152004	0.886	0.3687
ANIMAL (QL)	6	0.773925	0.128988	0.752	0.6221
PERIODO	1	0.047704	0.047704	0.278	0.6094
erro	10	1.715042	0.171504		
Total corrigido	23	3.500763			
CV (%) =	10.29				
Média geral:	4.0262500	Número de observações:	24		

Quadro 12: ANAVA – Produção de lactose (%)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
QL	5	0.540287	0.108058	9.688	0.0014
DIETA	1	0.061004	0.061004	5.469	0.0414
ANIMAL (QL)	6	0.343025	0.057171	5.126	0.0118
PERIODO	1	0.039204	0.039204	3.515	0.0903
erro	10	0.111542	0.011154		
Total corrigido	23	1.095062			
CV (%) =	2.18				
Média geral:	4.8487500	Número de observações:	24		

Quadro 13: ANAVA – Produção de sólidos totais (%)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
QL	5	40.956971	8.191394	9.109	0.0017
DIETA	1	4.815104	4.815104	5.354	0.0432
ANIMAL (QL)	6	6.630075	1.105013	1.229	0.3680
PERIODO	1	47.292338	47.292338	52.588	0.0000
erro	10	8.992908	0.899291		
Total corrigido	23	108.687396			
CV (%) =	5.14				
Média geral:	18.4320833	Número de observações:	24		

Quadro 14: ANAVA – CCS (céls x 10³/ -transformado por logaritmo)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
QL	5	1.001916	0.200383	3.240	0.0536
DIETA	1	0.162998	0.162998	2.636	0.1356
ANIMAL (QL)	6	0.943307	0.157218	2.542	0.0924
PERIODO	1	0.071821	0.071821	1.161	0.3065
erro	10	0.618465	0.061847		
Total corrigido	23	2.798506			
CV (%) =	17.15				
Média geral:	1.4499801	Número de observações:	24		

Quadro 15: ANAVA – Extrato seco total (%)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
QL	5	0.362171	0.072434	0.411	0.8310
DIETA	1	1.105104	1.105104	6.266	0.0313
ANIMAL (QL)	6	1.843175	0.307196	1.742	0.2089
PERIODO	1	1.396837	1.396837	7.920	0.0183
erro	10	1.763608	0.176361		
Total corrigido	23	6.470896			
CV (%) =	4.13				
Média geral:	10.1670833	Número de observações:	24		

Quadro 16: ANAVA – UFC (transformado por logaritmo)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
QL	5	0.956271	0.191254	4.176	0.0261
DIETA	1	0.154584	0.154584	3.375	0.0960
ANIMAL (QL)	6	1.100694	0.183449	4.005	0.0263
PERIODO	1	0.038704	0.038704	0.845	0.3796
erro	10	0.458007	0.045801		
Total corrigido	23	2.708261			
CV (%) =	15.47				
Média geral:	1.3830829	Número de observações:	24		

Quadro 17: ANAVA – CLA (%)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
QL	5	24.038283	4.807657	0.685	0.6456
DIETA	1	40.300417	40.300417	5.742	0.0376
ANIMAL (QL)	6	23.262800	3.877133	0.552	0.7586
PERIODO	1	11.234017	11.234017	1.601	0.2345
erro	10	70.181467	7.018147		
Total corrigido	23	169.016983			
CV (%) =	36.88				
Média geral:	7.1841667	Número de observações:	24		

Quadro 18: ANAVA – Uréia (mg/dL)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
QL	5	42.959383	8.591877	0.125	0.9834
DIETA	1	289.120417	289.120417	4.208	0.0673
ANIMAL (QL)	6	82.717550	13.786258	0.201	0.9689
PERIODO	1	5.801667	5.801667	0.084	0.7773
erro	10	687.022117	68.702212		
Total corrigido	23	1107.621133			
CV (%) =	37.14				
Média geral:	22.3166667	Número de observações:	24		

-----***Referência Bibliográfica (Anexo I)-----

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. *Banco de dados agregados*. 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=1&i=P&e=l&c=1613>> Acesso em: 20/06/2010.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA- IMAZON. Setor de comunicação (bruno@amazon.org.br). 2010. E-mail para Natalia Guarino Souza Barbosa (nbarbos@uol.com.br).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. *100 anos de meteorologia no Brasi: Observações*. 2010. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php>> Acesso em: 01/07/2010.