

Tópicos especiais em Ciência Animal I



Organizadores do Livro

Bruno Borges Deminicis

Carla Braga Martins

Jeanne Broch Siqueira

*Coletânea da 1ª Jornada Científica da Pós-Graduação
em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo*

Bruno Borges Deminicis
Carla Braga Martins
Jeanne Broch Siqueira

(ORGANIZADORES)

Tópicos especiais em Ciência Animal I

**Coletânea da I Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da
Universidade Federal do Espírito Santo**

Alegre, ES

CAUFES

2012

©Copyright by Autores e Organizadores, Alegre (ES), 2012.

Todos os direitos reservados.

Revisão de Texto: Bruno Borges Deminicis, Carla Braga Martins e Jeanne Broch Siqueira.

Editora: CAUFES.

FICHA CATALOGRÁFICA



Obra editada com recursos do Governo do Estado do Espírito Santo

VENDA PROIBIDA

Tópicos especiais em Ciência Animal I

**Coletânea da I Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da
Universidade Federal do Espírito Santo (1., 2012, Alegre, ES)**

Local e Data de Realização

Auditório do CCA UFES, Alegre, ES

24 a 26 de agosto de 2012

REITOR

REINALDO CENTODUCATTE

VICE-REITORA MARIA APARECIDA SANTOS CORRÊA BARRETO

DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

JULIÃO SOARES DE SOUZA LIMA

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

ELAINE CRISTINA GOMERS DA SILVA

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINÁRIA

LOUISIANE DE CARVALHO NUNES



UFES

COMISSÃO ORGANIZADORA

CARLA BRAGA MARTINS

BRUNO BORGES DEMINICIS

JEANNE BROCH SIQUEIRA

JOSÉ GERALDO DE VARGAS JÚNIOR

MARCOS SANTOS ZANINI

OLAVO DOS SANTOS PEREIRA JÚNIOR

PATRÍCIA DO ROSÁRIO RODRIGUES

DIEFREY RIBEIRO CAMPOS

INGRID BROMERSCHENKEL

GABRIELA PORFIRIO PASSOS

APOIO

FAPES

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESPÍRITO SANTO

Programação da 1ª Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo

Dia 24/08/2012 – Sexta feira

19:30-20:30 - Palestra de Abertura: Importância e Situação Pós Graduação

Palestrante: Profª. Drª. Isabella Vilhena Freire Martins – Professora Adjunta da Universidade Federal do Espírito Santo, Coordenadora do curso de Pós Graduação em Ciências Veterinárias- CCA/UFES

20:30-22:00 Confraternização

Dia 25/08/2012 - Sábado

8:00-9:45 - Palestra: Biotecnologias aplicadas à Reprodução

Palestrante: Profa. Dra. Cláudia Barbosa Fernandes - Professora Doutora no Departamento de Reprodução Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo - USP

9:45-10:00 Coffee break

10:00-12:00 - Palestra: Técnicas Avançadas no Diagnóstico Veterinário

Palestrante: Prof. Dr. Osimar de Carvalho Sanches - Professor Assistente da Universidade do Oeste Paulista

12:00 -13:30h – Almoço

13:30-15:30 Apresentação oral dos trabalhos científicos

15:30-15:45 Coffee break

15:45 - 18:30 Apresentação oral dos trabalhos científicos

Dia 26/08/2012 - Domingo

9:00-10:45 - Palestra: Nutrição de Ruminantes

Palestrante: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira - Professor Adjunto da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia

10:45-11:00 Coffee break

11:00-12:00 Encerramento e Premiação dos três melhores trabalhos científicos

Tópicos especiais em Ciência Animal I

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| Prefácio..... | 1 |
| Capítulo 1 - Biotécnicas avançadas em reprodução equina..... | 2 |
| <i>Claudia Barbosa Fernandes</i> | |
| Capítulo 2- A nutrição de ruminantes no Brasil..... | 11 |
| <i>Ronaldo Lopes Oliveira, Elson Pereira Cândido, André Gustavo Leão, Thadeu Mariniello Silva</i> | |
| Capítulo 3- Perdas Gestacionais Tardias Em Éguas..... | 23 |
| <i>Carla Braga Martins</i> | |
| Capítulo 4 - Características produtivas e desempenho animal em pastagens de gramíneas tropicais..... | 33 |
| <i>Antônio Carlos Cóser, Deolindo Stradiotti Júnior</i> | |
| Capítulo 5- O uso do sig (sistemas de informações geográficas) como ferramenta na parasitologia veterinária..... | 42 |
| <i>Isabella Vilhena Freire Martins, Barbara Rauta de Arelar, Deivid França Freitas</i> | |
| Capítulo 6- Interação nutrição e reprodução em touros: aspectos relevantes..... | 52 |
| <i>Jeanne Broch Siqueira, Leonardo Franco Martins, Rogério Oliveira Pinho, Thiago Vasconcelos Melo</i> | |
| Capítulo 7 - Minerais para poedeiras comerciais..... | 59 |
| <i>Felipe Barreto Petrucci, Bruno Andreatta Scottá, José Geraldo de Vargas Junior</i> | |
| Capítulo 8- Perfil metabólico: produção e reprodução de bovinos..... | 69 |
| <i>Deolindo Stradiotti Júnior, Antônio Carlos Cóser</i> | |
| Capítulo 9- Obesidade felina..... | 80 |
| <i>Aguinaldo Francisco Mendes Junior, Daniel Cometti Borlini, Karina Preising Aptekmann</i> | |
| Capítulo 10 - Métodos de Controle do [<i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> Canestrini, 1888 (Acari: Ixodidae)]..... | 88 |
| <i>Carlos Cesar Jordan Almança, Jessica Nascimento Moraes Monteiro, Gabriela Porfírio - Passos, Lenir Cardoso Porfírio</i> | |
| Capítulo 11 - Hematúria enzoótica bovina, aspectos etiológicos, epidemiológicos, clínicos e histopatológicos..... | 98 |
| <i>Maria Aparecida da Silva, Louisiane de Carvalho Nunes</i> | |
| Capítulo 12 - Norovírus: estudos e perspectivas..... | 108 |
| <i>Olavo dos Santos Pereira Junior, Mariana Drummond Costa Ignacchiti, Bethânia Ribeiro de Almeida</i> | |
| Capítulo 13 - Membranas biológicas como biomaterial para uso em cirurgias reconstrutivas..... | 118 |
| <i>Patricia Maria Coletto Freitas, Fernando Borges Miranda, Warley Gomes Santos, Durvaldo Eurides</i> | |
| Capítulo 14 - Potenciais reservatórios de leishmaniose tegumentar americana no Estado do Espírito Santo..... | 128 |
| <i>Stela Rechinelli Passos, Sayanne Lurs Hatsum de Almeida, Marcos Santos Zanini</i> | |
| Capítulo 15 - Desafios e tendências da produção animal a pasto no Brasil..... | 138 |
| <i>Bruno Borges Deminici, Cesar Conte Guimarães Filho, Patricia do Rosário Rodrigues, Guilherme Santos Freitas, Antonio Delunardo Pandolfi Filho, Júlia Gazzoni Jardim</i> | |
| Capítulo 16- Reprodução canina: da fisiologia a biotecnologia..... | 148 |
| <i>Marcelo Rezende Luz</i> | |



RESUMOS

- Achados hematológicos e bioquímicos de cães naturalmente infectados com *Leishmania (viçnia) brasiliensis*.....156
Márcio Paiva Barcellos, Gabriela Porfírio-Passos, Evandro Pereira Neto, Marcos Santos Zanini
- Avaliação da recuperação de ovos de *Fasciola hepática* por meio de duas técnicas coproparasitológicas.....157
Barbara Rauta De Avelar, Milena Batista Carneiro, Deivid França, Juliana Azevedo, Marcelle Novaes Temporim, Isabella Vilhena Freire Martins
- Comparação entre duas modificações da técnica de gordon e whitlock, 1939 para diagnóstico de endoparasitoses em ruminantes
.....158
Barbara Rauta de Avelar, Deivid França, Dyeime Ribeiro de Souza, Marcelle Temporim Novaes, Isabella Vilhena Freire Martins
- Erva-de-santa-maria (*Chenopodium ambrosioides* L.), em diferentes concentrações, sobre cultivos de larvas infectantes de *Ancylostoma* spp.....159
Jessica Nascimento Moraes Monteiro, Anderson Barros Archanjo, Adilson Vidal Costa, Lenir Cardoso Porfírio
- Estimativas da massa de forragem e sua relação com a altura das plantas em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em dois anos consecutivos160
Flebson Mortalvão de Almeida, Guilherme Santos Freitas, Adriano Conti Hupp, Charlene Candida Rangel, Patrícia Do Rosário Rodrigues, Antônio Delunardo Pandolfi Filho, Thiago Jaccoud Machado, Márcio Nunes Cordeiro Costa
- Estudo dos parâmetros fisiológicos em leitões na primeira semana de vida.....161
Martiza Pataro Lima Gurgel, Mariana Duran Cordeiro, Juliana Cristina De Souza, Raphael Pires Bolean, Patrícia Do Rosário Rodrigues, Antônio Delunardo Pandolfi Filho, Thalita De Castro Crissaff Almeida
- Identificação de fungos filamentosos em cinco plantas medicinais mais utilizadas pela população de Alegre — ES.....162
Mirleide de Araújo Cão, Gabriela Porfírio Passos, Carlos Alcantara da Silva Loureiro, Lenir Cardoso Porfírio
- Importância do acondicionamento adequado de diluidores de congelamento na criopreservação do sêmen equino.....163
Márcio Nunes Cordeiro Costa, Emily Da Hora Aguiar, Yuri Guerson Barbosa, Fernanda Adami Ribeiro, Jeanne Broch Siqueira, Carla Braga Martins
- Própolis e monensina: parâmetros reprodutivos e perfil proteico em ovelhas.....164
Rhuan Amorim De Lima, Deolindo Stradiotti Júnior, Antônio Carlos Cóser, Dione Henrique Breda Binotti, Tatiana Fiorotti Rodrigues
- Transferência de imunidade passiva para potros.....165
Ingrid Bromerschenckel, Larissa Ferreira, Fernanda Adami Ribeiro, Laura Cerqueira Guimarães, Márcio Nunes Cordeiro Costa, Lenir Cardoso Porfírio, Carla Braga Martins
- Utilização de kit comercial para diagnóstico de Leishmaniose visceral em cães sorologicamente positivos para Leishmaniose Tegumentar Americana166
Gabriela Porfírio-Passos, Paulo Marcos Amaral Silva, Márcio Paiva Barcellos, Marcos Santos Zanini
- Vulnerabilidade para a ocorrência de Fasciolose Hepática em uma área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, IFES - Campus de Alegre, ES.....167
Deivid França Freitas, Isabella Vilhena Freire Martins, Yviane De Oliveira Tuler, Gleissy Mary Amaral Dino Alves Dos Santos, Alexandre Rosa Dos Santos
- Biodisponibilidade relativa de diferentes fontes de fósforo para codornas japonesas em postura168
Carlos Eduardo Lino Pinto, Mariana Quintino Do Nascimento, Leandro Félix Demuner, Érica Benício Passinato, Felipe Barreto Petrucci, Sílvia Francisco Yaliati Marin, José Geraldo De Vargas Junior
- Níveis nutricionais de metionina+cistina digestível em função da proteína ideal para codornas produtoras de ovos de consumo ..169
Leandro Félix Demuner, Mariana Quintino Do Nascimento, Carlos Eduardo Lino Pinto, Felipe Barreto Petrucci, Érica Benício Passinato, Sílvia Francisco Yaliati Marin, José Geraldo De Vargas Junior
- 



*I Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo
Alegre - ES, 24 A 26 de agosto de 2012*

A I Jornada Científica da Pós Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo acontecerá nos dias 24, 25 e 26 de agosto de 2012. O público alvo do evento são alunos da Pós Graduação das áreas de Ciências Biológicas, Medicina Veterinária e Zootecnia. A jornada foi criada com o objetivo de atualizar os participantes com os mais novos avanços técnicos e científicos das áreas nutrição e reprodução animal, e do diagnóstico e terapêutica das enfermidades clínico-cirúrgica

Os Anais do Simpósio contidos neste Ebook estão numa forma completamente nova e científica. Estão numa forma de compêndio, seguindo as normas bibliográficas, com capa, sumário, trabalhos organizados em páginas numeradas sequenciais, identificação do evento em todas as páginas, constituindo o livro de resumos eletrônico. O arquivo dos Anais está num formato aberto, o que permitirá um pleno uso dos textos e figuras, obviamente sempre respeitando o direito dos autores a terem os devidos créditos. A atenção e o esmero com que recepcionamos os congressistas dá a plena sensação a todos de estarem num ambiente que, embora denso de trabalhos, é amistoso e alegre, organizado e eficiente.

O futuro é sempre uma incógnita, mas uma certeza o permeia, é que Eventos como este, que trarão Tecnologia para o crescimento e desenvolvimento da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo, contribuindo sobremaneira para o desenvolvimento do Estado do Espírito Santo.

A todos os que submeteram e revisaram trabalhos, organizaram e auxiliaram nas sessões, atuaram nas atividades quotidianas de planejamento e execução, apoiaram, patrocinaram, prestaram serviços, vieram à Jornada, ou vierem a acessar o conteúdo on-line, gostaríamos de externar nossos agradecimentos. Como sinal concreto desse agradecimento, presenteamos a todos com estes Anais I Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo.

Bruno Borges Deminicis, Carla Braga Martins e Jeanne Broch Siqueira





Capítulo 1 - Biotécnicas avançadas em reprodução equina

Claudia Barbosa Fernandes¹

Introdução

Em equinos os progressos envolvendo o estudo dos eventos precoces da fertilização têm sido lentos quando comparados a outras espécies de animais domésticos. Tentativas de fertilizar ovócitos equinos *in vitro* têm levado a sucesso relativo. A produção *in vitro* (PIV) de embriões depende de uma série de fatores como: disponibilidade de ovócitos imaturos saudáveis, métodos de maturação *in vitro* e capacitação espermática eficientes e condições ótimas de cultivo. Os índices de sucesso de etapas individuais que envolvem a PIV em equinos ainda estão longe de permitirem a utilização destas técnicas em protocolos de rotina, como acontece em bovinos (PARRISH et al., 1986; XU et al., 1987).

Os únicos potros nascidos após procedimentos *in vitro* nos equinos são originados da fertilização de um ovócito maturado *in vivo* com sêmen equino capacitado com Ca^{++} ionóforo A23187 (PALMER et al., 1990) e da injeção espermática intracitoplasmática de um espermatozóide em ovócitos equinos maturado *in vitro* (SQUIRES, 1996; COCHAN et al., 1998).

Hoje, as principais e tradicionais técnicas de reprodução assistida em equinos incluem a Inseminação Artificial e a Transferência de Embriões. No entanto, com a utilização destas técnicas é impossível se obter gestações em éguas com problemas de infertilidade e de animais que venham a óbito. Como visto a PIV ainda não é uma realidade na reprodução equina, assim, as biotécnicas avançadas como a Transferência de Ovócitos (TO) e a Clonagem, possibilitam a reprodução de animais mortos e éguas sub/inférteis com histórico de insucesso repetido em programas de transferência de embriões.

Transferência de ovócitos

A transferência de ovócitos tem sido uma alternativa para a produção de potros a partir de éguas subférteis, com afecções reprodutivas e histórico de insucesso com a transferência de embriões (McKINNON et al., 1988). A transferência de ovócitos é uma técnica de reprodução assistida em equinos na qual o ovócito já maturado (*in vivo* ou *in vitro*) é transferido ao oviduto de uma égua receptora, que é inseminada permitindo que a

¹ Professora do Departamento de Reprodução Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: fernandescb@usp.br

fertilização e o desenvolvimento embrionário ocorram no seu trato reprodutivo (CARNEVALE et al., 2001b). Para os programas de pesquisa, a transferência de ovócitos e a transferência intrafalopiana de gametas (GIFT) têm um importante papel em aumentar o conhecimento ainda básico da maturação e fertilização de ovócitos equinos (CARNEVALE, 1996).

Na maior parte dos estudos (WILLIS et al., 1991; SHABPAREH et al., 1992; CHOI et al., 1993; DEL CAMPO et al., 1995), as taxas de maturação são baseadas no número de ovócitos que desenvolvem-se até Metáfase II, as vezes associado a avaliação da maturação citoplasmática com migração dos grânulos corticais, formação dos fusos meióticos e integridade da membrana citoplasmática (GOUDET et al., 1997a; GUIGNOT et al., 1999). Parâmetros nucleares e citoplasmáticos são indicadores do desenvolvimento ovocitário, mas não refletem o desenvolvimento da competência. A transferência cirúrgica de ovócitos equinos maturados pode ser utilizada como uma forma de determinar a viabilidade ovocitária (ZHANG et al., 1989; CARNEVALE & GINTHER, 1993; HINRICHS et al., 1997; HINRICHS et al., 1998a; HINRICHS et al., 1998b; HINRICHS et al., 1999; CARNEVALE et al., 2000).

A transferência de ovócitos de doadoras em um programa comercial resulta em taxas de prenhez de 40% aos 16º dia de gestação (CARNEVALE et al., 2001b). Doadoras com mais de 15 anos de idade e com histórico de repetição de cio e falha nos programas de transferência de embriões podem fornecer os seus ovócitos a receptoras saudáveis, obtendo assim uma prole de éguas selecionadas.

Na transferência intrafalopiana de gametas (GIFT) um baixo número de espermatozoides é necessário para a fertilização em comparação com a inseminação intra uterina (CARNEVALE et al., 2000). Esta técnica tem apresentado resultados na reprodução de humanos (ASCH et al., 1984) e suínos (RATH et al., 1994). Em equinos o primeiro sucesso da GIFT foi em 1998 quando um ovócito e 500 000 espermatozoides foram transferidos ao oviduto de uma égua receptora não cíclica, tratada com hormônios (CARNEVALE et al., 1999). Devido ao baixo número de espermatozoides utilizados e de ambos os gametas serem transferidos diretamente ao oviduto (local de fertilização), esta é uma técnica importante para a reprodução de garanhões subférteis, ou na utilização de sêmen congelado, sexado e/ou de baixa fertilidade (CARNEVALE et al., 1999). Um fator que poderia inviabilizar a técnica seria a incapacidade destes espermatozoides sofrerem capacitação, impossibilitando a fertilização. McCue et al. (1998) e Carnevale et al. (2000), obtiveram prenhez a partir de GIFT, indicando que a capacitação espermática pode ocorrer no oviduto de éguas receptoras.

A colheita e transferência de ovócitos equinos foi primeiramente realizada em 1988 (McKINNON et al., 1988). No entanto, o sucesso da técnica somente foi relatado em 1993 quando Carnevale & Ginther (1993) obtiveram taxas de desenvolvimento embrionário de 92% após a transferência de ovócitos maturados *in vivo*. Carnevale et al. (2000), trabalhando com ovócitos coletados 24h após a administração de hCG e mantidos em estufa a 38,5°C e 5% de CO₂ em ar por 12h para finalizar a maturação, obtiveram 57% de vesículas embrionárias aos 25º dia após a transferência.

Taxas de 82% e 10% de gestação foram conseguidas para a transferência de ovócitos maturados *in vivo* e *in vitro* respectivamente (SCOTT et al., 2001). Zhang et al. (1989) obtiveram 24% de blastocistos recuperados no 8º dia após a transferência de ovócitos maturados *in vitro* (24 a 36h em TCM 199). Ovócitos maturados *in vitro* podem ser transferidos ao oviduto de receptoras resultando no desenvolvimento de embriões. No entanto, as baixas taxas de gestação ou produção embrionária refletem a necessidade de mais pesquisas sobre a maturação *in vitro* de ovócitos equinos (SCOTT et al., 2001).

A utilização de éguas cíclicas na transferência de gametas favorece eventos como o transporte espermático, capacitação e fertilização que são potencialmente sincronizados

com os eventos da ovulação, incluindo mudanças nas secreções de esteróides no folículo pré-ovulatório e desenvolvimento de corpo lúteo (PICKETT et al., 1989). Porém, para que estas receptoras possam ser utilizadas deve haver uma sincronia reprodutiva entre doadora e receptora para que ambas estejam na mesma fase do ciclo estral, sob a influência dos mesmos hormônios no momento da transferência. Além disso, a receptora deve ter o seu folículo pré-ovulatório aspirado para que não haja a possibilidade desta vir a gestar um potro que não seja o da transferência de ovócito (PALMER et al., 1997). Desta forma a preparação das receptoras cíclicas dificulta a utilização da técnica. A utilização de receptoras não cíclicas submetidas à terapia com estrógenos e progesterona pode mimetizar as condições hormonais e morfológicas de uma égua com atividade folicular e assim ser utilizada com sucesso na transferência de gametas (CARNEVALE et al., 2001a).

Na inseminação das éguas submetidas a TO sugere-se que na utilização de sêmen de baixa qualidade ou resfriado, deve-se inseminar a receptora 12h antes e 2h após a transferência (1×10^9 SPTZ/dose). Para sêmen à fresco de garanhões férteis somente 12h antes (2×10^9 SPTZ/dose) é o suficiente para se obter bons índices de prenhez (CARNEVALE et al., 2001a). Um intervalo entre a inseminação e a transferência menor que 12h pode afetar o mecanismo de limpeza uterino devido à redução da motilidade uterina após a cirurgia (WILLIAMSON et al., 1987).

Clonagem em animais

Clonagem é a produção de organismos genômicamente idênticos, por meio assexuado (SEIDEL, 1983). Embora comum em plantas e alguns animais inferiores, a reprodução assexuada não é observada em vertebrados. As primeiras pesquisas com clonagem foram realizadas na década de 50 com anfíbios, e estudaram a capacidade de uma célula embrionária individual (doadora) em se diferenciar em um novo indivíduo após transplante para um citoplasto receptor (BRIGGS e KING, 1952). Devido aos muitos insucessos utilizando células adultas como doadoras de núcleo, acreditava-se que a clonagem de vertebrados adultos não seria possível. Os primeiros resultados considerados animadores para a clonagem em mamíferos foram obtidos por Willadsen (1986), com o nascimento de ovinos clonados por meio de transferência nuclear (TN) utilizando-se embriões de 8 a 16 células como doadoras de núcleo.

O desenvolvimento da técnica com células embrionárias e o crescente interesse da indústria e de diversos centros de pesquisa na multiplicação de animais genômicamente idênticos fez com que novos estudos fossem realizados. O relato do nascimento da ovelha Dolly (WILMUT et al., 1997), primeiro clone produzido a partir de células de um outro animal, mostrou ser possível à produção de cópias genômicas de um mamífero adulto. Desde então, a produção de clones por transferência nuclear de células somáticas e fetais tem sido empregada com sucesso em várias espécies como ovinos, bovinos, suínos, murinos, leporinos, roedores, muars, equídeos, felinos e caninos (FULKA et al., 2004; LEE et al., 2005). Porém, a eficiência da clonagem ainda é extremamente baixa, pois é um processo que envolve uma complexa combinação de fatores tanto biológicos como técnicos que interagem entre si, muitos dos quais ainda não são compreendidos (WELLS, 1999).

A transferência nuclear de células somáticas é um instrumento importante na multiplicação de animais com genótipo único e para preservação de espécies ameaçadas de extinção. Essa técnica representa uma das mais extraordinárias conquistas da pesquisa na área de biotecnologia do desenvolvimento (WILMUT et al., 1997). Entretanto, apesar de possível, a taxa de sucesso na clonagem de animais superiores é, na maioria das vezes, inferior a 1% (SOLTER, 2000). Além disso a transferência nuclear tem resultado no

aparecimento de diversos problemas de desenvolvimento, como um alto índice de abortamento e de morte perinatal (HEYMAN et al., 2002; HILL et al., 1999; WILMUT et al., 1997). Não está claro, no entanto, se as falhas no desenvolvimento dos embriões clonados está relacionada à reprogramação nuclear incompleta, ou é intrínseca ao processo de clonagem (HAN et al., 2003).

A reconstituição pela técnica de transferência nuclear envolve a obtenção de células doadoras de núcleo, bem como de ovócitos doadores de citoplastos maturados *in vivo* ou *in vitro*. Por meio de um micromanipulador, a região do citoplasma na qual se encontra a cromatina do ovócito doador é removida, criando assim um ovócito enucleado, ou citoplasto. As células somáticas doadoras de núcleo são obtidas *in vitro* por meio de cultivo de amostras de tecidos (ex: biópsia de tecido). Uma célula somática do doador é selecionada e combinada com o citoplasto promovendo a reconstrução embrionária por meio da fusão dos dois tipos celulares com pulsos elétricos ou quebra da membrana da célula doadora de núcleo e injeção da mesma diretamente dentro do citoplasto receptor. Após a reconstituição, promove-se a ativação artificial que simula os eventos da fertilização convencional, onde o núcleo é descondensado e inicia-se o cultivo e desenvolvimento embrionário. Finalmente a transferência dos embriões produzidos a receptoras (HINRICHS 2005). Se qualquer um destes passos for realizado em condições subótimas, a produção dos embriões clonados será influenciada.

Clonagem em equídeos

Em equídeos, o primeiro sucesso na clonagem foi relatado em 2003 após o nascimento de três muaras a partir de células somáticas originadas de um feto com 45 dias de idade e transferidas a ovócitos maturados *in vivo* (WOODS et al., 2003). No mesmo ano, na Itália, foi reportado o nascimento de uma potra clonada a partir de célula de um animal adulto transferida a um ovócito maturado *in vitro* (GALLI et al., 2003). O interessante neste caso é que a doadora de células somáticas foi também a receptora do embrião clonado, abrindo novas perspectivas para o estudo das inter-relações materno-fetais.

Com a clonagem pode-se prolongar a linhagem genética de animais superiores, com infertilidade adquirida, como animais mortos e machos castrados precocemente incapazes de se reproduzir e ainda de prover material para pesquisas. Tendo em vista o insucesso da produção *in vitro* em equinos, a clonagem poderia fornecer material experimental necessário para as pesquisas de desenvolvimento embrionário precoce, reações imunológicas em éguas prenhes gestando seus próprios clones e a contribuição do DNA mitocondrial no fenótipo ao nascimento. Segundo Dr Galli (Universidade de Cremona, Itália) a clonagem de animais valiosos é somente o marketing, vislumbrando a possibilidade de uso da técnica na criação de animais genômicamente modificados para aplicações bioquímicas.

A clonagem em equídeos é extremamente difícil, devido à dificuldade de obtenção de citoplastos receptores. Além disso, existe a ineficiência de protocolos e resultados de produção *in vitro* para a espécie equina, já que infelizmente o grande número de sucessos da PIV em outras espécies não se repete para os cavalos. Woods et al. (2003) ainda observaram que as células equinas apresentam baixas concentrações de cálcio intracelular, e este fato poderia ser responsável por um baixo desenvolvimento *in vitro* dos embriões clonados.

Embora animais de diferentes espécies tenham sido clonados a partir de células somáticas, o destino dos embriões produzidos por TN ainda é incerto. Atualmente o insucesso representa o resultado mais frequente obtido com embriões clonados e o

desenvolvimento normal representa as raras exceções (BORDIGNON et al., 2003). A baixa eficiência é consequência de diversos problemas que afetam os embriões clonados desde o estágio pré-implantação até o desenvolvimento pós-natal. Exemplos de problemas celulares detectados em embriões clonados no estágio de pré-implantação incluem: Anomalias cromossômicas (BOOTH et al., 2003), alocação anormal do número de células no botão embrionário e trofotoderma (KOO et al., 2002) e formação deficiente do fuso mitótico (SIMERLY et al., 2003).

Embora uma proporção significativa dos embriões clonados possa clivar e se desenvolver até o estágio de blastocisto, a taxa de implantação é menor e as perdas fetais são na maioria das vezes extremamente elevadas. Diversos estudos indicam que esta grande perda embrionária é, pelo menos em parte, devida a deficiências placentárias. As anomalias de placenta descritas em bovinos e ovinos incluem: irrigação sanguínea insuficiente, redução do número acompanhada de aumento de tamanho dos placentomas e aumento de ocorrência de hidroalantóide (CHAVATTE-PALMER et al., 2002; DE SOUSA et al., 2001; HILL et al., 1999 e 2001). Além de estar associada à perda de gestações, os problemas de placentação podem também contribuir na ocorrência de diversas anomalias que acarretam na menor viabilidade dos animais clonados. Diversas evidências sugerem o crescimento fetal anormal observado não só em animais clonados, como também naqueles produzidos por meio de técnicas de produção *in vitro*, pode estar associado a deficiências placentárias (BERTOLINI e ANDERSON, 2002).

Um estudo em bovinos demonstrou uma expressão anormal do complexo de histocompatibilidade maior do tipo I no trofoblasto e um maior acúmulo de linfócitos T no endométrio durante gestações de embriões clonados, quando comparado a animais controle (HILL et al., 2002). Estes resultados sugerem que uma rejeição imunológica também possa estar contribuindo para a grande incidência de perdas de gestações obtidas com embriões clonados.

Os problemas com animais clonados não terminam ao nascimento. Uma proporção importante dos clones são natimortos ou morrem dentro de poucos dias após o nascimento devido a anomalias que incluem: má formações cardíacas e circulatórias, disfunções respiratórias, deficiência imunológica, congestão e fibrose hepática, problemas renais ou até disfunções multisistêmicas (HILL et al., 1999; CHAVATTE-PALMER et al., 2002; RENARD et al., 1999; CIBELLI et al., 2002).

Em equinos, pelos dados publicados até o momento, dos clones nascidos somente um potro necessitou de assistência ao nascimento pela prematuridade do parto (10 meses), resultando em óbito. No entanto, há indicativos de que 50% dos potros clonados apresentam problemas ao nascimento como contraturas de tendões, aumento da espessura do cordão umbilical e síndrome do mal ajustamento neonatal e necessitem de cuidados no nascimento. Além disso, existem relatos de óbitos por septicemias, pneumonias, artrites sépticas e ruptura de bexiga. Sendo assim, um maior número de animais deve ser produzido utilizando-se esta técnica para que conclusões definitivas possam ser estabelecidas (HINRICHS, 2007).

Diferenças entre os clones e os doadores de núcleo (HINRICHS, 2005).

A possibilidade da clonagem abre novas áreas para o estudo, muitas opções clínicas a muitas questões éticas. No entanto, deve ser entendido que um potro clonado não é uma cópia exata do equino original. Há três grandes mecanismos pelos quais o fenótipo do indivíduo clonado pode diferir do doador de genética:

1. O embrião produzido por meio de transferência nuclear tem o DNA do doador de núcleo, mas o DNA mitocondrial é do ovócito receptor ou citoplasto. Uma pequena parte

das mitocôndrias vem também com a célula doadora de núcleo, no entanto a proporção é baixa. O impacto desta fonte de mitocôndrias ou a mistura delas é desconhecido e estará presente nos ovócitos produzidos caso o clone seja de uma fêmea. No caso de um macho o DNA mitocondrial presente nos espermatozóides não irá participar do embrião após a fertilização, assim o macho produzirá espermatozóides com exatamente as mesmas características genéticas do animal doador de núcleo.

2. O fenótipo do potro pode ser afetado pelo ambiente uterino e pós natal. O ambiente uterino afeta não só o tamanho ao nascimento como o tamanho adulto e o fenótipo (TISCHNER & KLIMCZAK, 1989), como por exemplo, à velocidade de migração dos melanócitos no ambiente intrauterino que interfere nas características de pelagem. A produção de leite da mãe, e programas nutricionais e de treinamento aos quais os potros são expostos também influenciam o fenótipo do animal.

3. O desenvolvimento de clones pode ser influenciado também por fatores epigenéticos. Estes são mecanismos nos quais os genes são transcritos ou não na dependência de metilações. Como no momento da clonagem células já diferenciadas devem ser reprogramadas, muitos genes que não estavam sendo transcritos devem voltar a ser, enquanto genes transcritos devem parar, para que a nova célula seja reprogramada ao estágio embrionário e inicie o seu desenvolvimento. Como a reprogramação nuclear pode não ser perfeita nos fetos clonados, o status do DNA durante a vida fetal pode influenciar o fenótipo do animal antes e após o nascimento.

Conclusão

No Brasil, poucos laboratórios têm se dedicado aos estudos dos processos envolvidos na produção *in vitro* de embriões de equídeos. E, ao contrário do que se observa em bovinos, os avanços em biotécnicas da reprodução ocorrem mais lentamente para equídeos. Esse fato se deve principalmente a dificuldades na obtenção de material em matadouros comerciais, ao alto custo de manutenção dos animais em fazendas, bem como às baixas taxas de produção de blastocistos por transferência nuclear (3 a 10%). Entretanto, em face da dimensão do rebanho nacional e ao crescimento do mercado para o cavalo brasileiro como o terceiro maior rebanho equino do mundo, com mais de seis milhões de cabeças, ocupando diretamente mais de um milhão de pessoas no país (FAO em 2002), a demanda por técnicas que melhorem o desempenho reprodutivo e propiciem a preservação de material genético de equídeos tem aumentado consideravelmente. Hoje, não se pensa mais no cavalo apenas como animal de lazer, ou instrumento de batalha ou tração, o desbravamento de novas áreas produtivas faz com que a equinocultura forme, hoje no Brasil, uma importante cadeia de agronegócios, com forte inter-relação com setores ligados ao lazer, cultura e turismo.

Agradecimentos: MV. Carina de Fátima Guimarães pela revisão deste manuscrito.

Referências Bibliográficas

- ASCH, R. H.; ELLSWORTH, J. P.; BALMACEDA, J. P.; WONG, P. C. Pregnancy after translaparoscopic gamete intrafallopian transfer. *Lancet*, v. 2, p. 1034-1035, 1984.
- BERTOLINI M.; ANDERSON G.B. The placenta as a contributor to production of large calves. *Theriogenology*, v. 57, p. 181-187, 2002.

- BOOTH P.J., VIUFF D., TAN S. Numerical chromosome errors in day 7 somatic nuclear transfer bovine blastocysts. *Biol. Reprod.*, v. 68, p. 922-928, 2003.
- BORDIGNON V., KEYSTON R., LAZARIS A. Transgene Expression of green fluorescent protein and germ line transmission in cloned calves derived from *in vitro*-transfected somatic cells. *Biol. Reprod.*, v. 68, p. 2013-2023, 2003.
- BRIGGS R.; KING T.J. Transplantation of living nuclei from blastula cells into enucleated frogs eggs. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, v. 38, p. 455-463, 1952.
- CARNEVALE, E. M. Gamete intrafallopian transfer. *Vet. Clin. North Am.*, v. 12, p. 47-60, 1996.
- CARNEVALE, E. M.; ALVARENGA, M. A; SQUIRES, E. L.; CHOI, Y. H. Use of noncycling mares as recipients for oocyte transfer and GIFT. In:PROC. ANN. CONF SOC. THERIOGENOLOGY, 1999. p.44. (Abstract)
- CARNEVALE, E. M.; GINTHER, O J. Use of a linear ultrasonic transducer for the transvaginal aspiration as transfer of oocyte in the mare. *J Equine Vet Sci*, v. 13, p. 331-333, 1993.
- CARNEVALE, E. M.; MACLELLAN, L. J.; COUTINHO DA SILVA, M. A; CHECURA, C. M.; SCOGGIN, C. F.; SQUIRES, E. L. Equine sperm-oocyte interaction: results after intraoviductal and intrauterine inseminations of recipients for oocyte transfer. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 68, p. 305-314, 2001a.
- CARNEVALE, E. M.; MACLELLAN, L. J.; SQUIRES, E. L.; COUTINHO DA SILVA, M. A; SCOTT, T. J.; SEIDEL, G. E. Comparison of gift and oocyte transfer after oviductal or *in vitro* culture of preovulatory oocytes. *Theriogenology*, v. 54, p. 981-987, 2000.
- CARNEVALE, E. M.; SQUIRES, E. L.; MACLELLAN, L. J.; ALVARENGA, M. A; SCOTT, T. J. Use of oocyte transfer in a commercial breeding program for mares with reproductive abnormalities. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 218, p. 87-91, 2001b.
- CHAVATTE-PALMER P., HEYMAN Y., RICHARD C. Clinical, hormonal and hematologic characteristics of bovine calves derived from nuclei from somatic cells. *Biol. Reprod.*, v. 66, p. 1596-1603. 2002.
- CHOI, Y. H.; HOSHI, S.; BRAUN, J.; SATO, K.; OGURI, N. *In vitro* maturation of equine oocytes collected by follicle aspiration and by slicing of ovaries. *Theriogenology*, v. 40, p. 959-966, 1993.
- CIBELLI J.B., CAMPBELL K.H., SEIDEL G.E. The health profile of cloned animals. *Nat. Biotechnol.*, v. 20, p. 13-14, 2002.
- De SOUSA P.A., KING T., HARKNESS L. Evaluation of gestational deficiencies in cloned sheep fetuses and placentae. *Biol. Reprod.*, v. 65, p. 23-30, 2001.
- DEL CAMPO, M. R.; DONOSO, M. X.; PARRISH, J. J.; GINTHER, J. O. Selection of follicles, preculture oocyte evaluation, and duration of culture for *in vitro* maturation of equine oocytes. *Theriogenology*, v. 43, p. 1141-1153, 1995.
- FULKA, J.; LOI, P.; FULKA, H.; PTAK, G.; NAGAI, T. Nucleus transfer in mammals: noninvasive approaches for the preparation of cytoplasts. *Trends Biotechnol.*, v. 22, p. 279-283, 2004.
- GALLI C., LAGUTINA I., CROTTI G; COLLEONI, S.; TURINI, P.; PONDERATO, N.; DUCHI, R.; LAZZARI, G. A cloned horse born to its dan twin. *Nature*, v. 424, p. 635, 2003.
- GOUDET, G.; BEZARD, J.; DUCHAMP, G.; GERARD, N.; PALMER, E. Equine oocyte competence for nuclear and cytoplasmic *in vitro* maturation: effect of follicle size and hormonal environment. *Biol Reprod*, v. 57, p. 232-245, 1997a.
- GUIGNOT, F.; BEZARD, J.; PALMER, E. Effect of time during transport of excised mare ovaries on oocyte recovery rate and quality after *in vitro* maturation. *Theriogenology*, v. 52, p. 757-766, 1999.

- HAN Y.M., KANG Y.K., KOO D.B. Nuclear reprogramming of cloned embryos produced *in vitro*. *Theriogenology*, v. 59, p. 33-44, 2003.
- HEYMAN Y., CHACATTE-PALMER P., LEBOURHIS D. Frequency and occurrence of late-gestation losses from cattle cloned embryos. *Biol. Reprod.*, v. 66, p. 6-13, 2002.
- HILL J.R., ROUSSEL A.J., CIBELLI J.B. Clinical and pathological features of cloned transgenic calves and fetuses (13 cases studies). *Theriogenology*, v. 51, p. 1451-1465, 1999.
- HILL J.R., EDWARDS J.F., SAWYER N. Placental anomalies in a viable cloned calf. *Cloning*, v. 83, p. 83-33, 2001.
- HILL J.R., SCHLAFER D.H., FISHER P.J. Abnormal expression of trophoblast major histocompatibility complex class I antigens in cloned bovine pregnancies is associated with a pronounced endometrial lymphocytic response. *Biol. Reprod.*, v. 67, p. 55-63, 2002.
- HINRICHS, K. Update on equine ICSI and cloning. *Theriogenology*. 64, p. 535-541, 2005.
- HINRICHS, K. Equine Cloning. Texas A & M University, College Station, EUA, 2007. Apresentação ppt.
- HINRICHS, K.; BETSCHART, R. W.; McCUE, P. M.; SQUIRES, E. L. Effect of time of aspiration on pregnancy rate after oocyte in the mare. In: 7th. INTL SYMP EQUINE REPROD., 1998a. p. 129-130.
- HINRICHS, K.; MATTHEWS, G. L.; FREEMAN, D. A.; TORELLO, E. M. Oocyte transfer as a clinical procedure in the mare. In: PROC 43rd. AMER ASSOC EQUINE PRACT., 1997. p. 187-191.
- HINRICHS, K.; MATTHEWS, G. L.; FREEMAN, D. A.; TORELLO, E. M. Oocyte transfer in mares. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 212, p. 982-986, 1998b.
- HINRICHS, K.; PROVOST, P. J.; TORELLO, M. Birth of a foal after oocyte transfer of a nonovulating hormone-treated recipient mare. *Theriogenology*, v. 51, p. 1251-1258, 1999.
- KOO D.B., KANG Y.K., CHOI Y.H. Aberrant allocation of inner cell mass and trophoblast cells in bovine nuclear transfer blastocysts. *Biol. Reprod.*, v. 67, p. 487-492, 2002.
- LEE, B. C.; KIM, M. K.; JANG, G.; OH, H. J.; YUDA, F.; KIM, H. J.; SHAMIM, M. H.; KIM, J. J.; KANG, S. K.; SCHATTE, G.; HWANG, W. S. Dogs cloned from adult somatic cells. *Nature*, v. 436, p. 641, 2005.
- McCUE, P. M.; FLEURY, J. J.; DENNISTON, D. J. Oviductal insemination in the mare. In: PROC 7th INTERNT SYMP EQUINE REPROD, 1998. p. 133-134.
- McKINNON, A O; CARNEVALE, E. M.; SQUIRES, E. L.; VOSS, J. L.; SEIDEL, G. E. Heterogenous and xenogenous fertilization of *in vivo* matured equine oocytes. *J Equine Vet. Sci.*, v. 8, p. 143-147, 1988.
- PALMER, E.; DUCHAMP, G. CRIBIU, E. P.; MAHLA, R.; BOYAZOGLU, S.; BEZARD, J. Follicular fluid is not a compulsory carrier of the mare's oocyte at ovulation. *Equine Vet J*, suppl: 35, p. 689-690, 1997.
- PALMER, E.; MAGISTRINI, M.; BEZARD, J.; DUCHAMP, G. Gestation après fécondation *in vitro* dans l'espèce équine. *C. R. Acad. Sci. Paris*, v. 310, p. 71-74, 1990
- PARRISH, J. J.; SUSKO- PARRISH, J. L.; LEIBFRIED-RUTLEDGE, M. L.; CRITSER, E. S.; EYESTONE, W. H.; FIRST, N. L. Bovine *in vitro* fertilization with frozen-thawed semen. *Theriogenology*, v. 25, p. 591-600, 1986.
- PICKETT, B. W.; SQUIRES, E. L.; McKINNON, A O; SHIDELER, R. K.; VOSS, J. L. Management of the mare for maximum reproductive efficiency. In: *Iicsu Animal Reproduction Biotechnology Laboratory, bulletin:5*, 1989.

- RATH, D.; JOHNSON, L. A.; WELCH, G. R.; NIEMANN, H. Successful gamete intrafallopian transfer (GIFT) in the porcine. *Theriogenology*, v. 41, p. 1173-1179, 1994.
- RENARD J.P., CHASTANT S., CHESNÉ P. Lymphoid hypoplasia and somatic cloning. *The Lancet*, v. 353, p. 1489-1491, 1999.
- SCOTT, T. J.; CARNEVALE, E. M.; MACLELLAN, C. F.; SCOGGIN, C. F. SQUIRES, E. L. Embryo development rates after transfer of oocytes matured *in vivo*, *in vitro*, or within oviducts of mares. *Theriogenology*, v. 55, p. 705-715, 2001.
- SEIDEL G.E. Cloning mammals by microsurgery to embryos. In: *Proceedings of the Second Symposium on Advanced Topics in Animal Reproduction*: 141-158, 1983.
- SHABPAREH, V.; SQUIRES, E. L.; JASKO, D. J. Collection and *in vitro* maturation of equine oocytes from excised mare ovaries. *Theriogenology*, v. 37, p. 296, 1992.
- SIMERLY C., DOMINKO T., NAVARA C. Molecular correlates of primate nuclear transfer failures. *Science*, v. 300, p. 297, 2003.
- SOLTER D. Mammalian cloning: advances and limitations. *Nat. Rev. Genet.*, v. 1, p. 199-207, 2000.
- SQUIRES, E. L. Maturation and fertilization of equine oocytes. *Vet. Clin. North Am: Equine Pract.*, v. 12, p. 31-45, 1996.
- TISCHNER, M. KLIMEZAK, M. The development of Polish ponies born after embryo transfer to large recipients. *Equine Vet J.* 8, p. 62-63, 1989.
- WELLS D.N., MISICA P.M., TERVIT H.R. Production of cloned calves following nuclear transfer with cultured adult mural granulosa cells. *Biol. Reprod.*, v. 60, p. 996-1005, 1999.
- WILLADSEN S.M. Nuclear transplantation in sheep embryos. *Nature*, v. 320, p. 63-65, 1986.
- WILLIAMSON, P.; MUNUYUA, S.; MARTIN, R.; PENHALE, W. J. Dynamics of the acute uterine response to infection endotoxin infusion and physical manipulation of the reproductive tract in the mare. *J Reprod Fertil*, v.35, p. 317-325, 1987.
- WILLIS, P.; CAUDLE, A B.; FAYRER-HOSKEN, R. A Equine oocyte *in vitro* maturation: influences of sera, time and hormones. *Mol. Reprod. Dev.*, v. 30, p. 360-368, 1991.
- WILMUT I., SCHNIEKE A.E., McWHIR J.; KIND, K. L.; CAMPBELL, K. H. S. Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature*, v. 385, p. 810-813, 1997.
- WOODS G.L., WHITE K.L., VANDERWALL D.K., LI G. P., ASTON K. I., BUNCH T. D., MEERDO L. N., PATE B. J. A mule cloned from fetal cells by nuclear transfer. *Science*, v. 301, p. 1063, 2003.
- XU, K. P.; GREVE, T.; CALLESEN, H.; HYTTEL, P. Pregnancy resulting from cattle oocyte matured and fertilized *in vitro*. *J. Reprod. Fertil*, v. 81, p. 501-504, 1987.
- ZHANG, J. J.; BOYLE, M. S.; ALLEN, W. R.; GALLI, C. Recent studies on *in vivo* fertilization of *in vitro* matured horse oocytes. *Equine Vet. J.*, suppl: 8, p. 101-104, 1989.



Capítulo 2- A nutrição de ruminantes no Brasil

Ronaldo Lopes Oliveira¹
Ebson Pereira Cândido²
André Gustavo Leão²
Thadeu Mariniello Silva³

1. Introdução

O Brasil certamente pode ser considerado o grande celeiro do mundo devido à sua grande extensão territorial, rica em reservas de água doce e com grandes áreas de terras agricultáveis e de pastos nativos e cultivados, nos quais são criados aproximadamente 237 milhões de cabeças de ruminantes, sendo deste montante, 209,5; 1,2; 17,4 e 9,3 de bovinos, bubalinos, ovinos e caprinos, respectivamente (IBGE, 2012).

Neste contexto, sabendo-se que a nutrição é base da produção animal, as pesquisas brasileiras na área de nutrição de ruminantes com posterior divulgação de resultados e difusão de tecnologias têm proporcionado maior segurança para muitos produtores rurais investirem nas propriedades e rebanhos e, adotarem tecnologias, visando aumentar a eficiência produtiva dos sistemas de produção de bovídeos ou de pequenos ruminantes, refletindo desta maneira no fortalecimento do agronegócio brasileiro, responsável por grande parte do PIB do país, que em 2011 totalizou 278,8 milhões de reais (CEPEA, 2012).

Vale destacar, que a maioria dos rebanhos brasileiros de ruminantes criados extensivamente a pasto, sofrem em determinadas épocas do ano e intrínsecas de cada região, influência negativa da estacionalidade de produção e/ou baixa qualidade das forrageiras aliado ao manejo inadequado das pastagens, reduzindo assim a produção de carne e leite, devido ao retardo da velocidade de crescimento e da queda do desempenho produtivo dos animais, podendo ainda diminuir a qualidade das carcaças, carne, leite e de seus derivados (Oliveira et al., 2011). Desta forma, o planejamento forrageiro, e/ou fornecimento de volumosos conservados, suplementos concentrados e rações aos animais pode minimizar os efeitos negativos, favorecendo o atendimento das exigências nutricionais destes, com conseqüente incremento da produção.

¹ Professor da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA. Bolsista PQ - CNPq

² Pós-doutorando em Zootecnia da UFBA. Bolsista PNPd - CAPES.

³ Pós-doutorando em Zootecnia da UFBA. Bolsista PDJ - CNPq.

2. Pesquisas brasileiras na área de nutrição de ruminantes

De acordo com os dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), há 48 Programas de Pós-Graduação em Ciência Animal, Produção Animal ou Zootecnia, recomendados e reconhecidos, que têm em seu corpo docente, pesquisadores atuantes na área de nutrição de ruminantes (CAPES, 2012). Ao consultar o Currículo Lattes destes, verificou-se no período de 2007 a 2012, a existência de aproximadamente 464 projetos de pesquisas distintos na área supracitada, que estão em andamento, e a partir desta compilação de dados, iremos destacar os percentuais destas pesquisas por região, por espécie, por espécie em cada região e entre regiões, bem como salientar o que mais tem sido pesquisado, independentemente das regiões e espécies abordadas anteriormente.

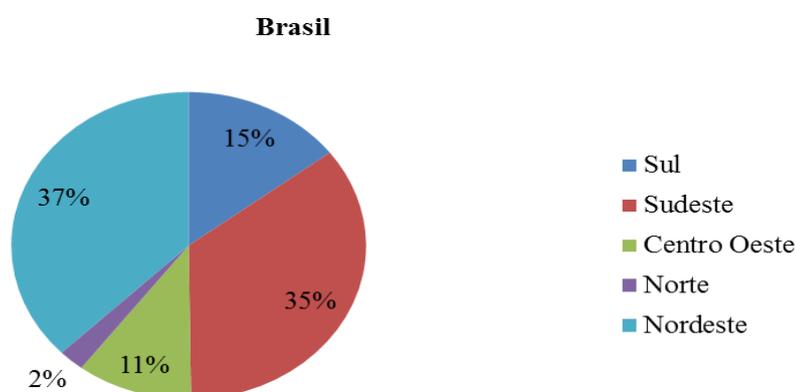


Figura 1. Distribuição percentual dos projetos de pesquisas brasileiros sobre nutrição de ruminantes, por região (CNPq/Plataforma Lattes, 2012)

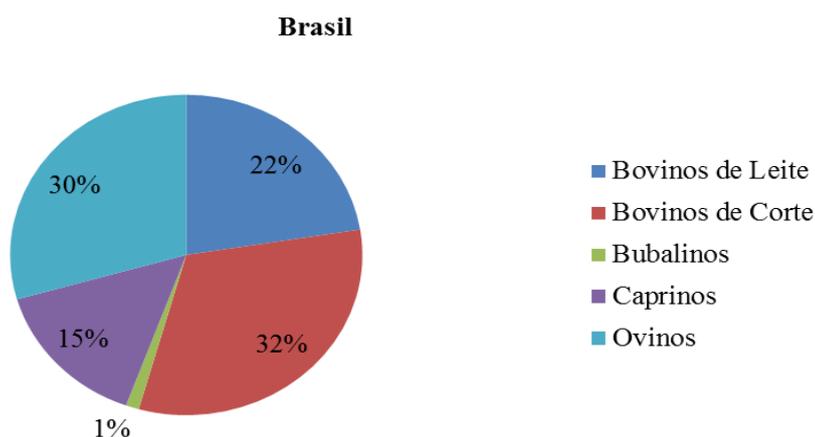


Figura 2. Distribuição percentual dos projetos de pesquisas brasileiros sobre nutrição de ruminantes, por espécie (CNPq/Plataforma Lattes, 2012)

Pela Figura 1, pode-se observar que grande parte (72%) das pesquisas nacionais sobre nutrição de ruminantes vem sendo desenvolvidas por pesquisadores vinculados aos Programas de Pós-Graduação em Ciência Animal, Produção Animal ou Zootecnia das regiões Nordeste e Sudeste, e um dos principais motivos deste alto índice é o fato

de que nestas regiões também estão a grande maioria dos Programas de Pós-Graduação supracitados. Além disso, pode-se notar ainda que os animais mais utilizados como modelo animal nas pesquisas brasileiras na referida área são os bovinos de corte e os ovinos, representando 72% do total avaliado (Figura 2). E de forma mais detalhada, pode-se ver abaixo (Figuras 3 e 4), quais as espécies mais estudadas em cada região.

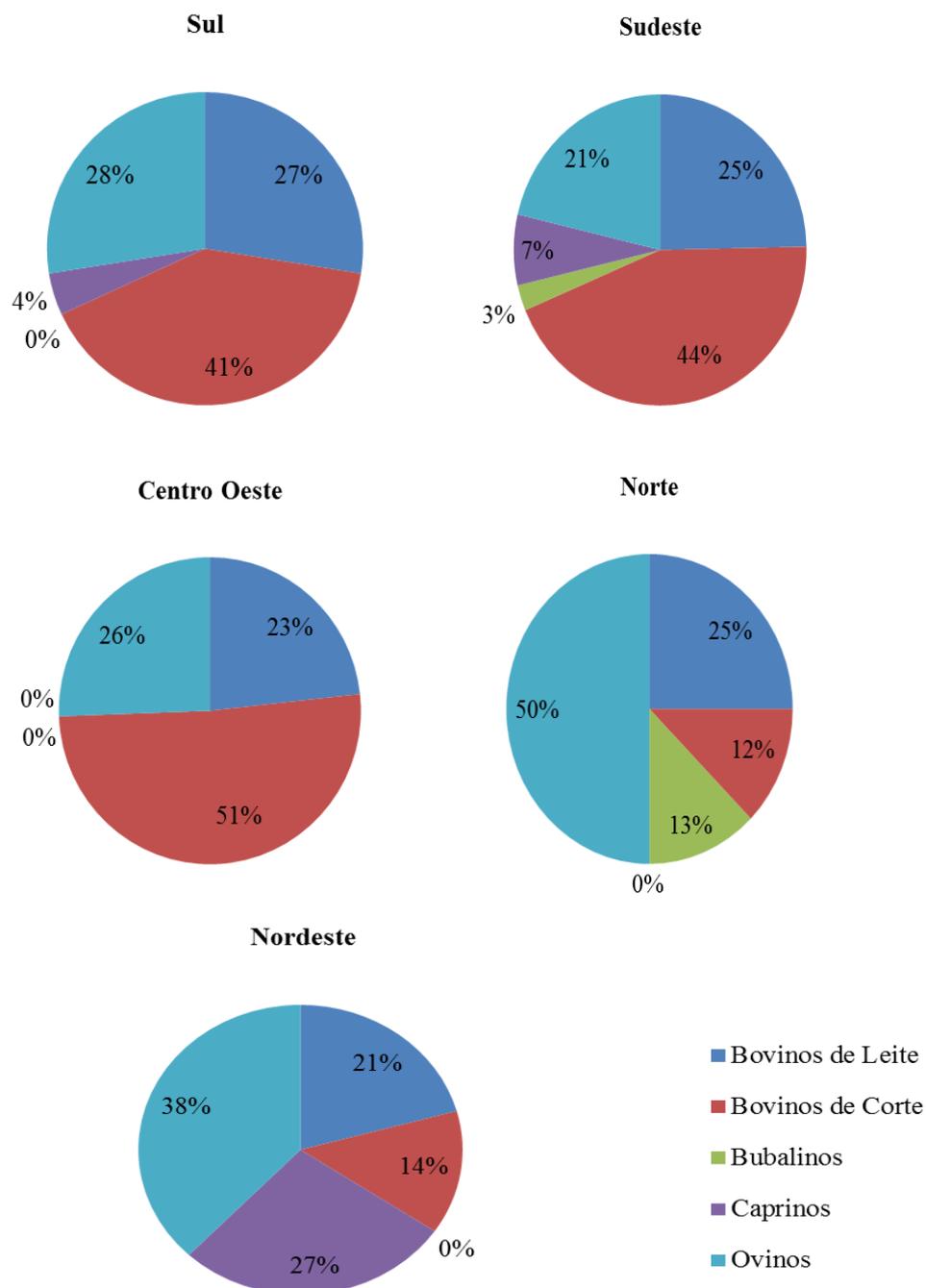


Figura 3. Distribuição percentual dos projetos de pesquisas brasileiros sobre nutrição de ruminantes, por espécie em cada região (CNPq/Plataforma Lattes, 2012)

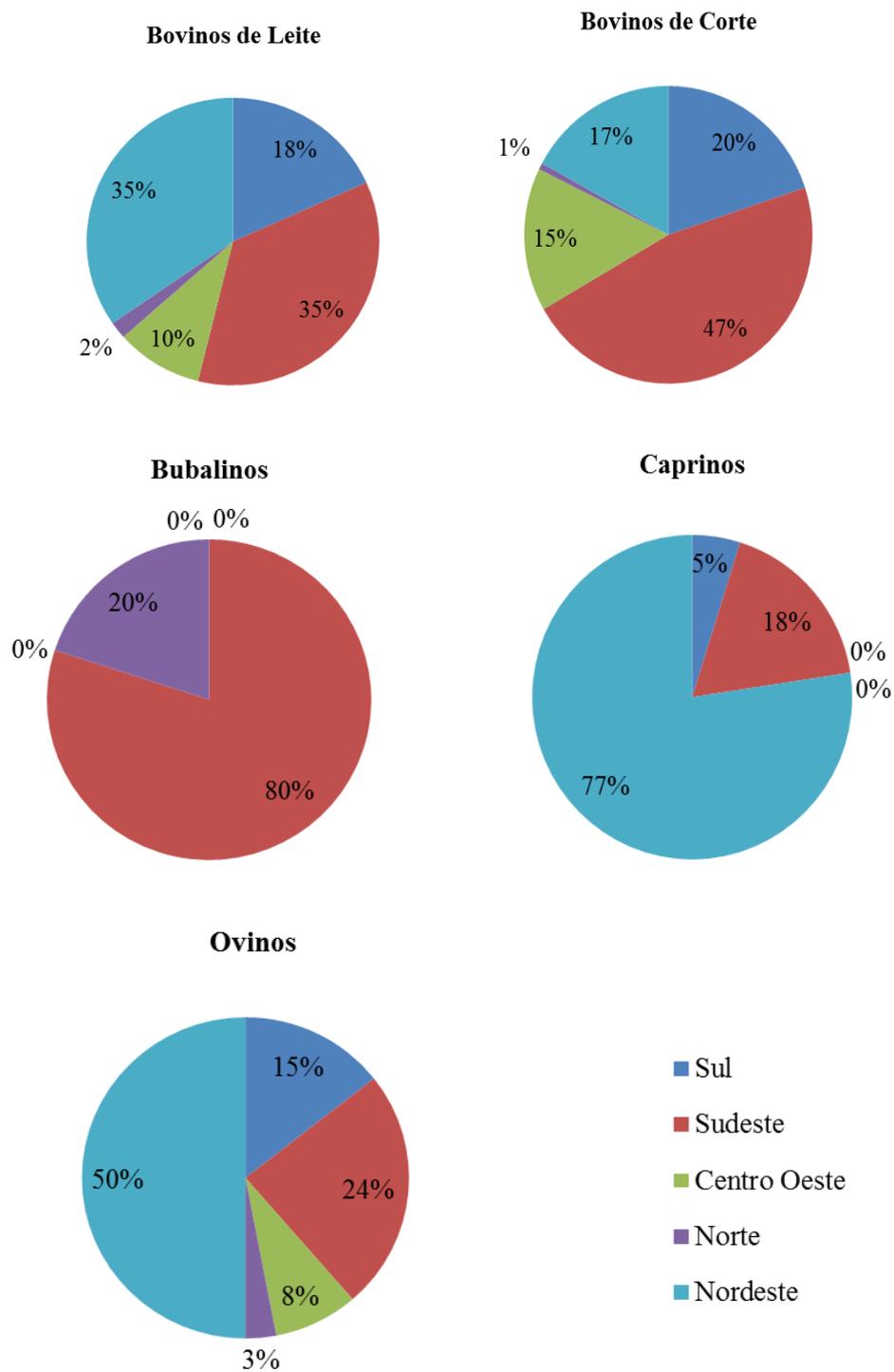


Figura 4. Distribuição percentual dos projetos de pesquisas brasileiros sobre nutrição de ruminantes, por espécie entre as regiões (CNPq/Plataforma Lattes, 2012)

Por espécie em cada região, vale destacar que há nitidamente nas regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste um maior número de pesquisas sobre nutrição de bovinos de corte, 41%, 44% e 51%, respectivamente, enquanto que nas regiões Nordeste e Norte, a nutrição da espécie ovina é a mais avaliada, com 38 e 50%, respectivamente. E quando se compara cada espécie entre as regiões, pode-se notar que 77% dos estudos com caprinos e 50% dos com ovinos são realizados na região Nordeste, potencializados

principalmente pelo fato de que esta região detém respectivamente, 90,83 e 56,72% dos rebanhos nacional de caprinos e ovinos (IBGE, 2012), e isto é um indicativo da importância da região Nordeste como base de pesquisas sobre nutrição de pequenos ruminantes. E embora a região Sudeste detenha apenas 10,33% do rebanho bubalino, segundo a fonte supracitada, vale destacar ainda que 80% das pesquisas sobre a nutrição de búfalos têm sido desenvolvidas nesta região.

3. Principais focos das pesquisas brasileiras na área de nutrição de ruminantes

Considerando os 464 projetos compilados, foi possível verificar que os estudos sobre a utilização de alimentos regionais alternativos, de fontes de ácidos graxos e de aditivos na alimentação de ruminantes, visando à obtenção de resultados produtivos e reprodutivos satisfatórios, e/ou o aumento da qualidade dos produtos (carne ou leite) e/ou a redução da emissão de metano, tem sido os principais focos recentes das pesquisas nacionais na área de nutrição de bovinos de corte e leite, bubalinos, ovinos e caprinos.

3.1. Alimentos alternativos em dietas para ruminantes

A utilização de alimentos regionais alternativos (co-produtos ou subprodutos) da agroindústria, oriundos da lavoura de grãos, da fruticultura e de empresas processadora de frutas, e de indústrias de biocombustíveis (álcool e principalmente de biodiesel) na alimentação de ruminantes vem sendo amplamente estudada sob vários aspectos (valor nutritivo e digestibilidade dos alimentos, bem como o desempenho (consumo, ganho de peso e conversão alimentar), parâmetros ruminais e sanguíneos dos animais, a produção e qualidade da carne ou do leite, e a viabilidade econômica deste uso). E estas pesquisas buscam qualificar tais alimentos sobre os aspectos supracitados, por meio da determinação dos níveis ótimos de inclusão nas dietas de bovídeos ou de pequenos ruminantes, os quais possam permitir boa produtividade dos animais, e de preferência, que imprimam qualidade aos produtos (carne e leite), e possibilitem a redução dos custos com alimentação e aumento da rentabilidade dos sistemas de produção.

De modo geral, é usual denominar de co-produtos os resíduos que tem mercado para venda, de subprodutos os que são vendidos se compensar economicamente, e de efluentes os que são descartados e que muitas vezes tem que ser tratados antes do descarte, gerando prejuízo (Quintella et al., 2009). Segundo os autores supracitados as indústrias de biodiesel geram dois tipos de co-produtos: a) sólidos - os obtidos antes da prensa da oleaginosa (resíduos de casca e matéria celulósica) e aqueles obtidos após a prensa (farelo ou torta); e b) líquido - glicerina bruta. E dentre os co-produtos do biodiesel, as tortas apresentam grande potencial para utilização na alimentação de ruminantes, haja vista as consideráveis concentrações de proteína e extrato etéreo, que as caracterizam como alimentos protéicos e/ou energéticos, capazes de permitir o atendimento das exigências nutricionais destas frações pelos animais.

De acordo com Oliveira et al. (2012), o uso das tortas oriundas da produção de biodiesel para a alimentação de ruminantes é vantajoso para o produtor rural, pois além de reduzir os custos com a alimentação, geralmente mantém a produtividade e a qualidade dos produtos, desde que as dietas sejam bem balanceadas para atender as exigências nutricionais dos animais. E embora em alguns casos possa haver queda na produtividade, esta é compensada pelos menores custos de produção, sem prejuízos a rentabilidade da atividade. Sendo assim, esses co-produtos são mais indicados para àqueles que possam

adquiri-los a preços baixos, próximos a sua propriedade, pois do contrário poderá acarretar em diminuição das margens de lucro.

Diante da importância dos alimentos regionais alternativos para a alimentação de ruminantes, e pelo fato destes animais serem capazes de transformar materiais não úteis para os seres humanos em produtos de origem animal de elevado valor biológico, devido a fermentação microbiana que ocorre em seu trato gastrintestinal (Carrera et al., 2012), mais estudos devem ser realizados no intuito de estreitar a relação entre o conhecimento teórico e sua aplicabilidade, e aumentar a difusão destas tecnologias, as quais poderão fortalecer ainda mais as cadeias produtivas envolvidas, e também melhorar a vida do homem do campo (Oliveira et al., 2012).

3.2. Fontes de ácidos graxos em dietas para ruminantes

Na avaliação da descrição dos projetos compilados na nossa pesquisa, pôde-se verificar também que em muitos destes, têm-se como objetivo avaliar o uso de fontes de ácidos graxos (sais de cálcio, óleos, grãos e sementes de oleaginosas) na dieta de ruminantes, visando principalmente o aumento da qualidade dos produtos (carne, leite e derivados). Isto porque, tem-se discutido muito a relação nutrição humana e saúde, frente aos problemas relacionados à ingestão de determinados alimentos (Jenkins & McGuire, 2006; Costa et al., 2008; Vandendriessche, 2008; McAfee et al., 2010), uma vez que quando se almeja qualidade de vida e adoção de atitudes compatíveis com a prevenção de doenças, é cada vez maior o interesse da população em saber o que se consome, em especial sobre o teor de gordura e a composição em ácidos graxos dos alimentos.

Esta percepção vai ao encontro ao observado por Santos et al. (2010) e Ribeiro et al. (2011), nas suas revisões à respeito respectivamente do “Progresso científico na produção de ruminantes na 1ª década do século XXI”, e do “Perfil de ácidos graxos da carne e do leite de pequenos ruminantes”, as quais foram apresentadas nas duas últimas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Zootecnia (2010 e 2011) e publicadas na Revista Brasileira de Zootecnia, dos mesmos anos.

Segundo Ribeiro et al. (2011), o conhecimento científico sobre a composição de ácidos graxos da carne e leite de pequenos ruminantes avançou consideravelmente na última década, centrando-se principalmente no que diz respeito aos processos que propiciam o aumento do conteúdo dos ácidos graxos insaturados, com destaque para os poliinsaturados, ômega 3 e os isômeros do ácido linoléico conjugado (CLA), sendo as fontes dietéticas de ácidos graxos e os sistemas de produção os principais fatores que afetam o perfil de ácidos graxos do leite e carne de ruminantes. Esses autores comentaram ainda que a produção de alimentos enriquecidos do ponto de vista nutricional pode ser uma alternativa viável para a diferenciação de marketing dos produtos pela indústria pecuária, e de acordo com Santos et al. (2010), a manipulação das dietas tendo em vista o aumento da qualidade nutricional dos produtos de origem animal continuará ainda a ser considerada no futuro.

3.3. Aditivos em dietas para ruminantes

O uso de ionóforos, muitas vezes, limita a comercialização da carne, leite e seus derivados quando esse é administrado na dieta dos animais, e estes tem sido amplamente utilizados, particularmente em sistemas intensivos de produção. A monensina sódica é um ionóforo que, dependendo da dose, altera o padrão da fermentação ruminal, aumentando a

produção de propionato e diminuindo a produção de metano e amônia (Menezes et al., 2006), e segundo esses autores, aumenta o fluxo de proteína não degradada no rúmen para o intestino delgado.

No Brasil, a monensina sódica vem sendo utilizada freqüentemente em sistemas de produção de ruminantes, porém, há uma grande preocupação por parte dos consumidores, cada vez mais exigentes no que tange a segurança alimentar e as questões ambientais. Diante dessa preocupação, projetos estão sendo desenvolvidos não apenas com o intuito de aumentar a produtividade, mas também visando analisar os riscos a saúde humana em detrimento da presença de resíduos presentes nos produtos de origem animal, bem como, o uso de aditivos alternativos em substituição aos antibióticos ionóforos, os quais também propiciam a redução da excreção de substâncias poluentes, como por exemplo, o metano.

Neste contexto, o uso de extrato de própolis e leveduras na dieta de ruminantes tem sido avaliado como substitutos da monensina sódica com a finalidade de reduzir as perdas de energia e melhorar os índices produtivos por meio da intensificação da atividade microbiana e conseqüente aumento da eficiência digestiva dos ruminantes. Vale destacar que para a manipulação dos produtos finais da fermentação ruminal, é necessário alterar a população de microrganismos ruminais (Prado et al., 2010), e com essa alteração pode-se reduzir a produção de metano por meio do aumento da quantidade de ácido propiônico, bem como reduzir a ocorrência de desordens digestivas pela menor produção de ácido láctico.

3.4. Redução da metanogênese ruminal

Por ser o mais atual foco das pesquisas mundiais na área de nutrição de ruminantes, em virtude das pressões exercidas por ambientalistas e exigências do mercado consumidor internacional, o número de estudos sobre a redução na produção de metano por esses animais tem crescido consideravelmente no meio científico brasileiro. Além do seu reflexo no impacto ambiental, a redução da produção de metano no rúmen proporciona um aumento na eficiência de aproveitamento de energia e redução nos custos com alimentação dos animais. E apesar dessa preocupação mundial, vale destacar que a redução na criação de ruminantes não é uma opção, já que a demanda mundial por carne e leite está prevista para dobrar até 2050 (FAO, 2008).

Considerando que a metanogênese faz parte do processo digestivo normal dos ruminantes, e que segundo Nascimento et al. (2007), durante o processo de fermentação ruminal, a produção de ácido acético e butírico libera grandes quantidades de H₂ que é removido do rúmen via metano, pesquisas com compostos químicos provenientes de extratos naturais de plantas, isolados ou em sinergismo, tem visado a redução desse processo, com destaque para os óleos essenciais, saponinas e taninos, haja vista à aversão ao uso de antibióticos para esta finalidade, uma vez que podem representar significativa via de resistência bacteriana aos humanos (McCartney, 2002). A atividade antimicrobiana dessas substâncias naturais é altamente específica, o que traz a possibilidade de manipular a fermentação ruminal inibindo seletivamente apenas alguns grupos de microrganismos ruminais (Kamra et al., 2006).

Na revisão de Ramirez-Restrepo & Barry (2005), os autores comentaram que o emprego de leguminosas contendo tanino condensado como *Lotus corniculatus* e sulla (*Hedysarum coronarium*) aumentou o ganho de peso de ovinos jovens na presença de parasitas internos, além de reduzir a produção de metano quando comparado aos animais alimentados com forragem sem tanino (*Chicorium intybus*). No entanto, é importante salientar que o efeito dos taninos condensados sobre a metanogênese varia entre estes compostos, uma vez que a ação destes depende da sua estrutura e concentração no

alimento (Min et al., 2003). Já as plantas ricas em saponinas têm potencial para aumentar o fluxo de proteína microbiana a partir do rúmen, aumentando a eficiência de utilização da ração e diminuindo a metanogênese (Goel & Makkar, 2012). Ainda segundo esses autores ao contrário dos taninos, as saponinas podem ter ampla aplicabilidade na mitigação na produção de metano com efeitos indiretos na redução desta substância, via aumento da produção de propionato, ou diminuição do número de protozoários.

Vale destacar que a inibição específica das emissões de metano por taninos ou saponinas ainda não foi demonstrado *in vivo* (Buddle et al., 2011), e que em sistemas de produção a pasto, as estratégias de mitigação de metano que exigem suplementação diária com uma dieta basal não são viáveis e que a manipulação da composição de espécies do pasto parece ser a única alternativa para as estratégias de mitigação.

Quanto aos óleos essenciais, esses compostos possuem atividade antimicrobiana, e a sensibilidade dos microrganismos ruminais frente a esses óleos é variável, sendo esta propriedade de grande interesse para os pesquisadores em nutrição de ruminantes, uma vez que atua nas mudanças da fermentação ruminal por meio da seleção a favor ou contra de grupos específicos de microrganismos (Benchaar & Greathead, 2011).

4. Nutrição de ruminantes via suplementação do pasto

De tudo o que foi exposto anteriormente, é importante destacar que muitas das pesquisas brasileiras têm sido realizadas utilizando-se da suplementação como meio de avaliação, tendo em vista a realidade nacional, de produção de ruminantes a pasto. Sabe-se que deficiência de energia, proteína ou minerais podem resultar em baixo crescimento microbiano e, por consequência, baixa produção de proteína microbiana (Mizubuti et al., 2007), e que nem sempre a alimentação a pasto é capaz de fornecer os nutrientes necessários para suprir as exigências dos animais e dos microrganismos. E em função disto, é importante que dietas sejam calculadas para satisfazer tais exigências, obedecendo à combinação de alimentos que tenham taxas de degradação de proteína, energia e minerais semelhantes, para que os microrganismos possam utilizá-los para maximizar seu crescimento (Van Soest, 1994).

Vale salientar que a suplementação é utilizada para corrigir as deficiências dos nutrientes limitantes (proteína, energia e minerais), os quais podem ser fornecidos em quantidades controladas, de modo a manter contínuo o desenvolvimento dos animais, com redução na idade de abate, aumento na taxa de desfrute do rebanho, podendo ainda ser fornecidos para permitir ganhos de peso mais elevados que aqueles proporcionados pela disponibilidade natural de nutrientes dos pastos. Entretanto, na prática, quando os objetivos são os ganhos mais elevados deve-se levar em conta a relação custo/benefício com a suplementação, de modo que, a quantidade de suplemento não se torne antieconômica. Além do fator econômico, a quantidade de suplemento fornecido aos animais também é muito importante, pois o suplemento não deve fornecer nutrientes, além das exigências nutricionais dos animais, para que não haja efeito substitutivo (Oliveira et al., 2007).

O uso de suplementação concentrada para complementar a necessidade de proteína na alimentação animal pode resultar em melhor aproveitamento da forrageira disponível, e aprimorar o desempenho animal em pastagens (Goes et al., 2010), devido principalmente ao aumento na ingestão de forragem (Mccollum & Horn, 1989), uma vez que otimiza a digestão da fibra. Isto ocorre porque há aumento na eficiência microbiana, resultante do fornecimento de substratos para a flora ruminal (Goes et al., 2008), com destaque para a amônia ruminal, principal fonte de nitrogênio utilizada pelas bactérias celulolíticas (Russell et al., 1992). Já o uso da suplementação energética

comparada à protéica é bem menor, tendo em vista que esta é mais recomendada para a época das águas, período no qual há maior disponibilidade de forragem, e em função disto, diminui-se o interesse por parte dos pecuaristas em investir na alimentação dos rebanhos. Mas, segundo Dórea (2010), a suplementação energética pode propiciar melhor sincronia entre a degradação de proteína e energia dentro do rúmen, resultando em maior fermentação ruminal de carboidratos e aumento da produção de proteína microbiana, resultando em maior aporte de energia e proteína para bovinos.

É importante destacar que de maneira geral, quando a massa de forragem e o conteúdo de fibra são altos e o teor de proteína bruta é baixo, a maior resposta ocorre aos suplementos protéicos, sendo seguidos por suplementos energéticos e aqueles com NNP em menor intensidade, e nos casos onde há baixa quantidade de forragem, com alto nível de fibra e baixo de proteína, tem-se respostas mais eficientes a suplementação energética (Reis et al., 2009).

A utilização de suplementos múltiplos, formulados com produtos e co-produtos regionais de menor custo e mais acessíveis ao produtor também pode ser muito interessante, uma vez que minimizará os custos de produção. Os suplementos protéico/energéticos melhoram o aproveitamento da forragem, principalmente se a relação entre os nutrientes digestíveis totais e a proteína bruta das forrageiras for superior a 7:1, e de modo geral, tendem a propiciar aumentos no consumo de forragem quando o consumo de proteína desses suplementos é superior a 0,05% PV (Moore et al., 1999), uma vez que o maior fluxo de proteína melhora a eficiência de utilização da energia. Outro aspecto relevante é que a utilização de suplementos múltiplos com altos níveis de nitrogênio degradável no rúmen, na forma de uréia, além de fornecer amônia para os microorganismos, pode servir como limitante de consumo, possibilitando o controle pelo próprio animal, mesmo recebendo o suplemento *ad libitum* (Paulino, 1998). Com isso, pode-se facilitar o manejo, racionalizar o emprego da mão-de-obra, bem como exercer influência positiva sob o ponto de vista nutricional, lembrando que a uréia constitui o principal e mais potente limitador de consumo utilizado na composição de suplementos múltiplos (Baruselli, 2007).

E sobre as interações existentes entre os consumos de forragem e de suplemento relatadas por Moore (1980) vale destacar os três efeitos: o efeito aditivo, no qual o consumo de forragem é constante em diferentes níveis de suplementação, ocorrendo adição no consumo total no mesmo nível que em o suplemento é fornecido; o efeito combinado, em que o consumo total aumenta, porém há redução do consumo de forragem; e o efeito substitutivo, ou seja, o consumo total é constante, porém o consumo de forragem diminui, na mesma proporção em que ocorre aumento no consumo de suplemento. Assim, segundo Reis et al. (2009), quando um suplemento é fornecido, o consumo de forragem dos animais mantidos em pastagens pode permanecer inalterado, aumentar ou diminuir, sendo que as respostas, muitas vezes, dependem da quantidade e da qualidade da forragem disponível, e das características do suplemento, e modo como este é fornecido e do potencial de produção dos animais.

5. Considerações Finais

Para o futuro, o que se espera é que os pesquisadores brasileiros atuantes na área de nutrição de ruminantes continuarão a desenvolver suas pesquisas visando sempre se enquadrar a realidade nacional e mundial, ora buscando o aumento da produtividade e qualidade dos produtos, ora no intuito de atender às exigências do mercado consumidor, atuando também na busca por soluções para a redução dos impactos ambientais propiciados pelos sistemas de produção de ruminantes.

Além disso, os estudos sobre o aproveitamento de co-produtos ou subprodutos nas dietas dos animais, bem como a realização de novas avaliações de alimentos típicos regionais para esta finalidade também continuarão a ter grande impacto principalmente para aquelas regiões nas quais os animais têm seu desempenho zootécnico reduzido em função da estacionalidade de produção e/ou baixa qualidade das forrageiras.

É possível inferir que as pesquisas brasileiras promoverão o avanço científico e tecnológico da pecuária brasileira, o que propiciará aumento da produtividade e maior rentabilidade às indústrias atuantes nesse ramo do agronegócio nacional, com reflexos positivos para a melhoria de vida do homem do campo.

6. Referências bibliográficas

- BARUSELLI, M.S. Suplementos e co-produtos na nutrição de gado de corte. In: OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M.A.A.F. **Bovinicultura de corte: desafios e tecnologia**. Salvador: EDUFBA, 2007. p.247-270.
- BENCHAAR, C.; GREATHEAD, H. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.166, p.338-355, 2011.
- BUDDLE, B.M.; DENIS, M.; ATTWOOD, G.T. et al. Strategies to reduce methane emissions from farmed ruminants grazing on pasture. **The Veterinary Journal**, v.88, p.11-17, 2011.
- CARRERA, R.A.B.; VELOSO, C.M.; KNUPP, L.S. et al. Protein co-products and by-products of the biodiesel industry for ruminants feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1202-1211, 2012.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. [2012]. **PIB do agronegócio brasileiro: dados de 1994 a 2011**. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>. Acesso em: 25 de julho de 2012.
- CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – CNPq. [2012]. **Plataforma Lattes**. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/>. Acesso em: 23 de julho de 2012.
- COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR – CAPES. [2012]. **Cursos recomendados e reconhecidos por área**. Disponível em: <http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/ProjetoRelacaoCursosServlet?acao=pesquisarIes&codigoArea=50400002&descricaoArea=CI%20CANCIIAS+AGR%20CIRIIAS+&descricaoAreaConhecimento=ZOOTECNIIA&descricao>. Acesso em: 23 de julho de 2012.
- COSTA, R.G.; CARTAXO, F.Q.; SANTOS, N.M. et al. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n.3, p.497-506, 2008.
- DÓREA, J.R.R. **Níveis de suplemento energético para bovinos em pastagens tropicais e seus efeitos no consumo de forragem e fermentação ruminal**. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. [2008]. **The state of food insecurity in the world**. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/011/i0291e/i0291e00.htm>. Acesso em: 25 de julho de 2012.
- GOEL, G.; MAKKAR, H.P.S. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponinas. **Tropical Animal Health Production**, v.44, p.729-739, 2012.

- GOES, R.H.T.B.; LAMBERTUCCI, D.M.; BRADES, K.C.S. Suplementação protéica e energética para bovinos de corte em pastagens tropicais. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v.11, n.2, p.129-137, 2008.
- GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; LANA, R.P. et al. Suplementação protéica e energética para novilhos em recria, durante o período da seca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.1081-1094, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2010]. **Estatística sobre efetivo dos rebanhos por tipo de rebanho**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=24&i=P&c=73>. Acesso em: 25 de julho de 2012.
- JENKINS, T.C.; McGUIRE, M.A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1302-1310, 2006.
- KAMRA, D.N.; AGARWAL, N.; CHAUDHARY, L.C. Inhibition of ruminal methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds. **International Congress Series**, p. 156-163, 2006.
- McAFEE, A.J.; McSORLEY, E.M.; CUSKELLY, G.J. et al. **Red meat consumption: an overview of the risks and benefits**. *Meat Science*, v.84, n.1, p.1-13, 2010.
- McCARTNEY, E. Understanding E.U feed additive regulations and a look into the future. In: ALLTECH'S 16th ANNUAL EUROPEAN, MIDDLE EASTERN AND AFRICAN LECTURE TOUR, 2002. **Proceeding...**, 2002. p. 96-107.
- McCOLLUM III, F.T.; HORN, G.W. Protein supplementation of grazing ruminants. **Journal of Animal Science**, v.67, p.304, 1989 (suppl. 1).
- MENEZES, L.F.G.; KOZLOSKI, G.V.; RESTLE, J. et al. Perfil de ácidos graxos de cadeia longa e qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento com diferentes níveis de monensina sódica na dieta. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.186-190, 2006.
- MIN, B.R.; BARRY, T.N.; ATTWOOD, G.T. et al. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.3-19, 2003.
- MIZUBUTI, I.Y.; MOREIRA, F.B.; RIBEIRO, E.L.A. et al. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta do farelo de arroz, farelo de trigo, grão de milho e grão de aveia. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.29, n.2, p.187-193, 2007.
- MOORE, J.E. Forage crops. In: HOVELAND, C.S. (Ed.). **Crop quality, storage, and utilization**. Madison: Crop Science Society of America, 1980.
- MOORE, J.E.; BRANT, M.H.; KUNKLE, W.E. et al. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v.77, suplement. 2, p.122-135, 1999.
- NASCIMENTO, C.F.M.; DEMARCHI, J.J.A.A.; BERNDT, A. et al. Methane emissions by Nelore beef cattle consuming *Brachiaria brizantha* with different station of maturation. In: GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 2007, Christchurch. **Proceedings...**, Christchurch: NZ, 2007. p.64-65.
- OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M.A.A.F.; GARCEZ NETO, A.F. Limitações nutricionais das forrageiras tropicais, seletividade e estratégias de suplementação de bovinos de corte. In: OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M.A.A.F. **Bovinocultura de corte: desafios e tecnologia**. Salvador: EDUFBA, 2007. p.357-380.
- OLIVEIRA, R.L.; LEÃO, A.G.; RIBEIRO, O.L. et al. Biodiesel by-products used as ruminant feed. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, 2012 (no prelo).
- OLIVEIRA, R.L.; FERREIRA, A.C.; LEÃO, A.G. et al. Suplementação protéica e energética em pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 1., 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Estampa, 2011. p.221-245.

- PAULINO, M.F. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastagens. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.173-188.
- PRADO, O.P.P.; ZEOULA, L.M.; PONTARA, L.P.M. Adição de própolis ou monensina sódica sobre a digestibilidade in vitro da matéria seca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.1023-1032, 2010.
- QUINTELLA, C.M.; TEIXEIRA, L.S.G.; KORN, M.G.A. et al. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção das tarefas e oportunidades para P&D&I. **Química Nova**, v.32, n.3, p.793-808, 2009.
- RAMIREZ-RESTREPO; BARRY, T.N. Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.120, p.179-201, 2005.
- REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; CASAGRANDE, D.R. et al. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.147-159, 2009 (supl. especial).
- RIBEIRO, C.V.D.M.; OLIVEIRA, D.E.; JUCHEM, S.O. et al. Fatty acid profile of meat and Milk from small ruminants: a review. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.121-137, 2011. Suplemento especial.
- RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SANTOS, G.T.; SILVA-KAZAMA, D.C.; KAZAMA, R. et al. Scientific progress in ruminant production in the 1st decade of the XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.478-490, 2010. Suplemento especial.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of ruminant**. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- VANDENDRIESSCHE, F. Meat products in the past, today and in the future. **Meat Science**, v.78, n.1-2, p.104-113, 2008.



Capítulo 3- Perdas Gestacionais Tardias Em Éguas

Carla Braga Martins¹

Introdução

Os problemas relacionados à gestação tardia em éguas normalmente resultam em abortamento e geralmente ocorrem devido à disfunção placentária.

As perdas gestacionais podem estar relacionadas a problemas maternos, do conceito e outros fatores como condições ambientais, manejo geral, reprodutivo ou sanitário inadequados, ingestão de plantas tóxicas, entre outros. Podem ser divididas em morte embrionária, abortamento ou nascimento de um potro prematuro inviável. Tais perdas representam um prejuízo econômico considerável e é motivo de frustração para veterinários e criadores.

As infecções fetoplacentárias são causas comuns de abortamento na espécie equina e normalmente ocorrem por invasão de microorganismos pela via cervicovaginal durante a prenhez, ocasionando infecção uteroplacentária e conseqüentemente o abortamento. Diversos agentes infecciosos podem estar envolvidos, sendo de suma importância a identificação dos causadores, uma vez que possibilita a instituição do tratamento adequado visando minimizar as perdas econômicas. No entanto, muitas vezes o diagnóstico é inconclusivo, em consequência da colheita de material inadequada ou autólise do feto abortado.

O acompanhamento da gestação em éguas é válido para obter-se um diagnóstico precoce de anormalidades. É importante que criadores, funcionários e veterinários sejam capazes de reconhecer os sinais indicativos de problemas ou complicações existentes.

Esse trabalho propõe-se abordar as afecções mais comuns que ocasionam perdas gestacionais tardias na espécie equina, enfocando a placentite, por ser considerada a causa mais comum de perda de prenhez na fase final da gestação.

A incidência de perda fetal após 50 dias de gestação é aproximadamente 8% na espécie equina. Embora represente apenas um pequeno percentual das perdas totais, qualquer condição que afete a viabilidade fetal, afetará a taxa de prenhez durante a estação reprodutiva seguinte (Pycoc, 2008).

Na fase final da gestação as éguas podem ser acometidas por complicações resultando em abortamento ou natimorto em decorrência de gestação gemelar, defeitos

¹ Professora do Departamento de Medicina Veterinária e do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo

funcionais ou estruturais como anormalidades placentárias, ruptura do tendão pré-púbico, hidropsia das membranas fetais ou hérnias abdominais (Macpherson, 2011).

A disfunção placentária é considerada como causa comum de perda de prenhez em éguas, sendo difícil definir um nível exato de função placentária necessária para levar o desenvolvimento fetal a termo. Pode resultar em malformação fetal, morte fetal, mumificação, abortamento, retardamento no crescimento fetal, prematuridade e natimortalidade. Placentites aguda e crônica, hipóxia resultante de alterações na taxa de perfusão uterina e placentária, hidroalantóide, descolamento placentário, edema placentário, reações imunológicas locais na placenta, enfermidades maternas e desnutrição são consideradas possíveis causas de disfunção placentária (Brinsko et al., 2011).

Brinsko et al. (2011), consideram como abortamento a interrupção da gestação antes do concepto ser capaz de assumir a vida extrauterina. Relatam que a taxa de abortamento na espécie equina varia de 5 a 15%. Surto de abortamentos e/ou natimortos em equinos têm sido relatados no Rio Grande do Sul, especialmente, em propriedades com criação da raça Puro Sangue Inglês (PSI) (Schild et al., 2006).

Segundo Brinsko et al. (2011), aproximadamente 60% dos abortamentos na espécie equina possuem diagnóstico etiológico definido. No entanto, em 16 a 40% dos casos a etiologia permanece indeterminada (Giles et al., 1993; Hong et al., 1993; Laugier et al., 2011).

1. Causas Infeciosas

Estudos retrospectivos sobre causas de abortamento em equinos em diversos países demonstraram maior incidência por infecção feto placentária por bactérias, vírus ou fungos (Acland, 1993; Giles et al., 1993; Laugier et al., 2011; Pereira et al., 2012).

Em estudo realizado na Universidade Federal de Pelotas, observou-se que a infecção bacteriana totalizou 36,1% dos casos de abortamentos. As causas não infecciosas corresponderam a 8,3% dos casos, os abortos virais a 4,2%, os parasitários a 1,4% e os inflamatórios a 2,8%. Em 47,2% dos casos não foi possível determinar a causa devido ao envio inadequado do material (Pereira et al., 2012).

Whitwell (2011), descreveram como principais causas infecciosas de abortamento e natimorto na espécie equina: virais: Herpesvirus equino tipo 1 - EHV1, Arterite viral equina - EVA; bacterianas: *Streptococcus zooepidemicus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Leptospira sp*, *Nocardioform actinomycetes*; fúngica: *Aspergillus fumigatus*, *Mucor sp.*; protozoárias: *Encephalitozoon cuniculi*, *Piroplasmosis (Theileria equi and Babesia caballi)*.

1.1. Causas Infeciosas Não Contagiosas

a) Placentites

Esse termo geralmente se refere à inflamação do corioalantoide causada por um agente infeccioso, podendo acometer o âmnio e o cordão umbilical. A resposta inflamatória pode ser leve: com edema e separação das criptas endometriais; moderada: com vilosidade extensa, acúmulo de exsudados endometriais; e grave: com perda de vilosidades, isquemia, fibrose e hiperplasia na alantóicosuperfície. O âmnio também pode apresentar áreas de necrose isquêmica e calcificação. O cordão umbilical pode apresentar graus variáveis de inflamação (Whitwell, 2011).

A placentite é a causa mais comum de perda de prenhez no final da gestação (Pycock, 2008). A invasão placentária por microorganismos pode ocorrer pela via hematogênica, por extensão uterina ou por via ascendente (Brinsko et al., 2011).

A placentite em éguas é comumente causada por contaminação ascendente através da via vaginal (Hong et al., 1993; Macpherson, 2011). Os patógenos mais frequentes são *Streptococcus zooepidemicus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, e *Pseudomonas aeruginosa* (Acland, 1993; McGavin e Zachary, 2007; Macpherson, 2011). As éguas acometidas geralmente são pluríparas, de meia idade a idosas e possuem alteração na conformação perineal (Macpherson e Bailey, 2008).

Os abortamentos por placentites micóticas normalmente ocorrem de forma esporádica e geralmente nos meses de inverno. Nos países de clima frio é atribuído ao período mais prolongado de estabulação dos animais, aumentando assim as possibilidades de contaminação vaginal pelo fungo. O *Aspergillus fumigatus* é o fungo mais comumente isolado (Driemeier et al., 1998).

O abortamento também pode ocorrer devido à infecção por protozoários, como *Neospora sp.* e *Toxoplasma gondii*. Entretanto, a prevalência não foi adequadamente investigada (Locatelli-Dittrich et al., 2006).

A apresentação clínica mais comum na placentite é o desenvolvimento precoce da glândula mamária, presença de secreção vulvar e descolamento placentário (Macpherson e Bailey, 2008) e relaxamento cervical (Pycock, 2008).

O tratamento indicado consiste na administração de antibióticos de amplo espectro, anti-inflamatórios e progesterona. Terapia antimicrobiana: penicilina potássica 22.000 unidades/kg, intravenosa (IV) a cada 6 horas; penicilina procaína 22.000 unidades/kg, intramuscular (IM) a cada 12 horas; Ceftiofur 2,2 mg/kg, IV ou IM, cada 12 horas; Cefazolina 20 mg/kg, IV, cada 6 horas; Trimetoprim sulfá 15-30 mg/kg cada 12 horas, via oral (PO). Anti-inflamatórios: Flunixin Meglumine 1 mg/kg, IV, cada 12 horas; Fenilbutazona 2,2-4,4 mg/kg, PO, cada 12 horas; Pentoxifilina 8,5 mg/kg, PO, cada 12 horas. Progesterona: altrenogest 0,088 mg/kg, PO, cada 24 horas (Macpherson e Bailey, 2008; Pycock, 2008).

1.2. Causas Infeciosas Contagiosas

a) Herpes Vírus Equino tipo 1 (EHV-1)

Segundo Allen (2002), o agente causador da Rinopneumonite Viral Equina pode causar abortamentos normalmente do 7º ao 10º mês de gestação. As éguas abortam rapidamente sem sinais prévios e apresentam-se clinicamente normais. Os fetos infectados tardiamente durante a gestação podem nascer vivos, porém apresentam-se fracos, apáticos, letárgicos, febris, com leucopenia significativa, hipóxia e problemas respiratórios severos.

Em estudo realizado por Lara et al. (2003) no estado de São Paulo, observou-se prevalência de 33,4% em 659 dos animais testados para o EHV-1. De acordo com Ostlund et al. (1991), o herpesvírus pode ser transmitido por aerossóis ou contato direto com fetos abortados e restos placentários. A ocorrência anual da doença respiratória nos equinos sugere a existência de infecção latente, demonstrando a presença de portadores sãos no plantel que quando submetidos a situações de estresse ocorre reaparecimento da viremia e eliminação viral. Os abortamentos podem ocorrer na forma de surto em até 90 dias após a infecção ou reativação.

Laugier et al. (2011), em estudo realizado na França, observaram que 14,5% dos abortamentos estavam associados à infecção por EHV-1. Neste mesmo estudo a infecção

bacteriana representou 50,9% dos casos, sendo o *Streptococcus* β -hemolítico responsável por 40,1% dos casos e o *Streptococcus zooepidemicus* por 27,3%.

b) Leptospirose

Pescador et. al. (2004), relataram que a Leptospirose é importante causadora de abortamento em éguas geralmente após o terceiro mês de gestação, sendo mais frequente após o sexto mês. As éguas afetadas podem apresentar sinais sistêmicos como ligeira depressão, hipertermia, anorexia, leve icterícia ou não.

Segundo Girio e Lemos (2007), ocorrem partos prematuros natimortos e nascimento de potros fracos que morrem nos primeiros dias de vida. Muitos cavalos tornam-se portadores sadios e podem contaminar outros animais, principalmente pela eliminação da leptospira pela urina. Fetos abortados apresentam icterícia e autólise. O diagnóstico pode ser feito pelo isolamento do agente e visualização através de imunofluorescência e testes sorológicos. As éguas afetadas deverão ser isoladas das demais, sendo tratadas com estreptomicina ou oxitetraciclina por uma semana. Como medida preventiva as éguas poderão ser vacinadas por volta do quinto ou sexto mês de gestação, fazendo-se necessário um reforço após quatro semanas, o combate a roedores e armazenamento adequado de grãos e rações.

2. Causas Não Infeciosas

Dentre as causas não infecciosas de perda de prenhez na fase final da gestação, as mais comuns são a gestação gemelar, torção do cordão umbilical e as malformações congênitas (Swerczek, 1991).

Laugier et al. (2011), observaram que a torção umbilical, atrofia das vilosidades placentárias, edema placentário, malformações congênitas, gestação gemelar, descolamento placentário precoce e alterações materna de origem não infecciosa foram responsáveis por 27,2% dos abortamentos.

a) Gestação Gemelar

A gestação gemelar ocasiona abortamento de um ou ambos os fetos em torno de 8 ou 9 meses, a insuficiência placentária é a principal razão para morte fetal. Em alguns casos, um potro nasce vivo e raramente, os dois sobrevivem (Macpherson, 2011).

A utilização da ultrassonografia de rotina e detecção precoce da gestação gemelar diminuiu significativamente a incidência de abortamento (Whitwell, 2011).

b) Torção do cordão umbilical

Os fetos morrem devido à obstrução vascular no cordão umbilical e geralmente não são abortados imediatamente, de modo que os tecidos apresentam graus variáveis de autólise quando eliminados (Whitwell, 2011).

c) Hidropsia das membranas fetais

O acúmulo excessivo de fluido das membranas alantoideana e amniótica é denominado hidroalantóide ou hidroamnio, respectivamente. Embora sejam condições

raras, a hidroalantóide é mais comum. Hidroamnio está associado a fetos congenitamente anormais, enquanto o hidroalantóide a fetos com crescimento retardado. Geralmente ocorrem no último terço da gestação e acometem éguas pluríparas (Pycock, 2008).

Os sinais apresentados são a mudança repentina no formato abdominal, dispnéia, edema ventral e dificuldade para caminhar. Animais acometidos podem desenvolver ruptura uterina, hérnia abdominal ou ruptura de tendão pré-púbico (Macpherson, 2011).

Deve-se realizar o diagnóstico diferencial para edema no final da gestação, hematoma subcutâneo ou intramuscular, hérnia da parede abdominal ventral e ruptura do tendão pré-púbico. No exame transretal observa-se a presença de grande volume de fluidos fetais impossibilitando a detecção do feto. A ultrassonografia transabdominal pode confirmar a presença do excesso de fluido e eliminar a suspeita de gestação gemelar (Pycock, 2008).

Na maioria das vezes é necessário instituir a fluidoterapia sistêmica durante o parto para evitar a hipovolemia resultante da ruptura das membranas fetais (Macpherson, 2011).

Trata-se de uma doença progressiva em que é necessária a indução do parto ou abortamento antes que haja deterioração na condição da égua (Pycock, 2008).

d) Ruptura do tendão pré-púbico e hérnia da parede abdominal

Éguas no final da gestação com rápido crescimento abdominal e extensa área de edema doloroso ao longo da parede abdominal ventral podem apresentar hérnia ventral (ruptura dos músculos oblíquo e transversos abdominais) ou ruptura do tendão pré-púbico, podendo ocorrer associados ou não. O diagnóstico é difícil, pois a palpação retal é pouco esclarecedora devido ao estágio avançado da gestação. A presença de edema ventral e distorção progressiva da forma abdominal normalmente tornam a palpação externa geralmente pouco eficaz. A ultrassonografia transabdominal pode ser útil em alguns casos (Pycock, 2008).

Éguas pluríparas apresentam maior risco. As éguas acometidas apresentam relutância em andar e deitar. Algumas desenvolvem lordose e adotam postura cavalete (Macpherson, 2011).

O tratamento consiste em restrição do espaço, acompanhamento dos sinais e desconforto adicional. Indica-se a administração de anti-inflamatórios para aliviar o desconforto, a realização de bandagem forte e bem acolchoada em torno da parede abdominal para fornecer suporte a parede abdominal ventral. No entanto, em muitos casos devido à rápida evolução dos parâmetros clínicos, torna-se necessário a indução do parto (Pycock, 2008).

Éguas com ruptura do tendão pré-púbico parcial podem levar o feto a termo. Entretanto, a prensa abdominal se torna comprometida, sendo a assistência ao parto necessária. Essas éguas não devem ser utilizadas para reprodução, pois provavelmente apresentarão ruptura completa do tendão na gestação subsequente (Macpherson, 2011).

Hérnias da parede abdominal são consideradas menos graves quando comparadas a ruptura do tendão pré-púbico. Normalmente são ocasionadas por traumatismos e o prognóstico é proporcional à gravidade da hérnia. As éguas apresentam sinais clínicos semelhantes aos observados em ruptura do tendão pré-púbico e precisarão de assistência durante o parto devido a contração abdominal deficiente. Deve ser feita a indução do parto, quando o feto apresentar sinais de maturidade. A correção cirúrgica da hérnia abdominal normalmente é bem sucedida (Macpherson, 2011).

e) Torção uterina

A torção uterina normalmente se apresenta como uma cólica leve em éguas, mais comumente entre cinco e nove meses de gestação (Macpherson, 2011).

Éguas geralmente apresentam torção uterina após seis meses de gestação e apresentam intensidades variáveis de dor abdominal com duração de dois ou três dias. O diagnóstico é feito por meio da palpação dos ligamentos largos por via transretal. Na presença de torção, um dos ligamentos estará sob tensão, e o grau de tensão e localização dos ligamentos indica a gravidade e a direção da torção. O prognóstico depende do grau de torção, duração dos sinais clínicos, complicações e fase da gestação. Torções maiores que 270° e prolongadas são consideradas graves, podendo ocasionar a morte do feto e ruptura uterina (Pycock, 2008). A correção deve ser cirúrgica por meio de laparotomia mediana ventral ou pelo flanco (Pycock, 2008; Macpherson, 2011).

3. Avaliação da viabilidade materno fetal

A duração da gestação na espécie equina é de 320 a 365 dias. A maturação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal fetal tem um papel central no início da maturidade do sistema endócrino fetal e dos órgãos fetais em preparação para vida extra uterina (Rossdale et al., 1997).

O histórico, exames físico e complementares são importantes para identificação da presença de anormalidades no final de gestação (Macpherson, 2011).

O diagnóstico de sofrimento fetal permite a diminuição da morbidade e mortalidade perinatal, por meio melhoria da saúde materna e, mais especificamente do ambiente intra uterino, de modo a restabelecer a maturação fetal adequada. As taxas cardíacas, diâmetro da aorta fetal, características dos fluidos fetais, espessura e adesão uteroplacentária são parâmetros importantes para avaliação da viabilidade fetal (Morresey, 2005).

O exame ultrassonográfico transretal é útil para a avaliação uteroplacentária, em algumas situações pode-se evidenciar a separação do alantocório do endométrio. Este método permite o exame direto da região estroma cervical, área mais frequentemente atingida pela placentite. Também permite a avaliação da atividade fetal, características dos fluidos fetais e espessura da junção uteroplacentária (Macpherson e Bailey, 2008). Renaudin et al. (1997; 1999) estabeleceram valores normais para a espessura da junção uteroplacentária (JUP) ao longo da gestação, de 271 a 300 dias de gestação a espessura da JUP deve ser menor que 8mm, entre 301 a 330 dias menor que 10mm e com mais de 330 dias deve ser menor 12 mm. Macpherson e Bailey (2008) observaram aumento da espessura na JUP, descolamento placentário ou aumento da ecogenicidade nos fluidos fetais em éguas com infecção ou inflamação placentária.

Santos et al. (2010) mensuraram a espessura da junção útero placentária do 5º ao último mês de gestação por meio da ultrassonografia transretal, e observaram 3,85% de placentite, sendo 2,9% caracterizadas por descolamento placentário e apenas 0,96% por espessamento da JUP. Três éguas apresentaram descolamento placentário precoce e pariram um potro clinicamente comprometido, no entanto, a medida da JUP encontrava-se normal. Concluíram que a avaliação da espessura da JUP por ultrassonografia pode ser útil no auxílio ao diagnóstico precoce de placentite ascendente, porém não deve ser o único parâmetro para estimar insuficiência placentária e risco de abortamento.

4. Tratamento

As opções de tratamento dependem de vários fatores como o problema existente, o estado geral e prognóstico para a égua e potro; opinião do proprietário, e prioridade para a sobrevivência da égua e/ou potro. A maturidade fetal deve ser considerada, pois a realização de cesariana em éguas com menos de 300 dias de gestação é pouco provável que resulte em um recém-nascido viável. O parto induzido aumenta os riscos de prematuridade e distocia. Critérios como a duração da gestação, presença de secreções e relaxamento cervical devem ser considerados antes da indução do parto (Macpherson, 2011).

5. Avaliação placentária

Alterações placentárias como infecções, degenerações ou fibroses afetando o endométrio, diminuem a funcionalidade uteroplacentária e dificultam a difusão materno fetal. Como resultado, ocorre diminuição no fornecimento de nutrientes e oxigênio ao feto, remoção dos resíduos e comprometimento da viabilidade fetal (Morresey, 2005).

Segundo Troedsson et al. (1997) e Macpherson e Bailey (2008), o espessamento da junção uteroplacentária avaliado por ultrassonografia, da metade para o final da gestação, sugere insuficiência placentária e possível abortamento. Aumento da espessura indicando edema ou placentite, sinais de separação prematura da placenta, alteração na ecogenicidade dos fluidos fetais, presença de hemorragia, secreções e mecônio estão associados ao sofrimento fetal e indicam um potro de risco.

O exame da placenta, através de avaliação macroscópica e o reconhecimento de lesões histopatológicas é utilizado no diagnóstico de placentite ou outras alterações placentárias. A coloração da superfície coriônica normalmente é vermelho ou marrom com aparência aveludada; presença de áreas pálidas ou fibróticas indicam locais de descolamento placentário ou falta de microcotilédones. O aumento do peso placentário pode indicar a presença de edema e espessamento. A integridade placentária, desenvolvimento normal, coloração, espessura, edema, presença de secreções e peso indicam se a nutrição fetal e as trocas gasosas foram comprometidas, e se o neonato deve ser considerado um animal de risco (Hong et al., 1993; Morresey, 2005).

6. Avaliação neonatal

O baixo peso neonatal ao nascimento pode ser atribuído a disfunção placentária causada por infecção placentária, os potros podem ser prematuros e inviáveis. Como resultado da infecção fetal uterina, os neonatos apresentam sinais como debilidade e septicemia na primeira semana de vida, especialmente nas primeiras 24 horas e necessitam de cuidados emergenciais e intensivos (Brinsko et al., 2011).

Segundo Koterba (1990), um potro normal deve ser capaz de assumir e manter o decúbito esternal e apresentar o reflexo de sucção poucos minutos após o nascimento. Deve ficar em estação em até 60 minutos e mamar em torno de duas horas. A ingestão do colostro é importante para a aquisição de imunoglobulinas e estimula a motilidade gastrointestinal, facilitando a eliminação do mecônio em torno de 4 horas após o nascimento.

7. Diagnóstico etiopatológico

A maioria dos fetos abortados possui entre seis a 11 meses de idade gestacional. Os abortamentos ocorridos antes do quarto mês de gestação são raramente notados, pois os tecidos fetais e placentários são relativamente pequenos e na maioria das vezes não são observados (Brinsko et al. 2011).

Quando a principal suspeita é uma doença infecciosa, o envio de material para laboratórios especializados torna-se indispensável para o isolamento do agente. (Locatelli-Dittrich, 2006). As amostras devem ser coletadas e enviadas o mais rápido possível para o laboratório para evitar o desenvolvimento de alterações autolíticas. Juntamente com as amostras, deve-se incluir o histórico reprodutivo da égua, estágio da gestação em que o abortamento ocorreu, se houve acometimento de outras éguas ou contato com aborto e/ou égua que abortou, sinais clínicos observados, histórico do rebanho (vacinas, doenças, fontes de alimentação e água) (Brinsko et al. 2011).

O isolamento do agente é possível na maioria dos casos quando o feto e placenta são enviados imediatamente ao laboratório (Smith et al., 2003). No entanto, tem-se observado uma taxa de 40% de diagnósticos inconclusivos (McGavin e Zachary, 2007).

Segundo Brinsko et al. (2011), amostras de estômago intacto com conteúdo, fígado, pulmão, rim, baço, glândulas adrenais, placenta e fluido uterino devem ser enviadas para o diagnóstico laboratorial em recipientes rotulados separados.

A placentite é a lesão mais comumente encontrada como causa de infecção placentária e abortamento. Na placentite aguda observa-se hiperemia, hemorragia, degeneração e necrose que se estende das vilosidades coriônicas as corioalantoides. Na placentite crônica a infecção se estende através placenta levando a edema e espessamento do corioalantoide, causando separação gradual das vilosidades afetadas e alteração na coloração do segmento corioalantoideano afetado (Brinsko et al., 2011).

Pereira et al. (2012) descreveram lesões macroscópicas inespecíficas e similares em casos de abortamento bacteriano independentemente do agente bacteriano causador, exceto nos casos de leptospirose em que havia icterícia intensa.

8. Considerações Finais

As éguas devem ser submetidas a manejo adequado, evitando condições de estresse. Devem ser observadas regularmente visando a detecção e instituição de tratamento precoce para as alterações que possam ocasionar risco ao desenvolvimento fetal. A vacinação de todos os animais da propriedade contra as principais doenças infecciosas; a higienização ambiental e pessoal; isolamento de éguas que abortaram; controle de trânsito de animais; controle de roedores e animais silvestres; e evitar o acesso dos cavalos a locais alagados e úmidos são medidas importantes a serem implementadas no controle das enfermidades.

A placenta e o feto abortado devem ser considerados como potencialmente infecciosos para outras éguas.

9. Referências Bibliográficas

- ACLAND, H.M. Abortion in mares. In: McKinnon, A.O.; Voss, J.L. **Equine Reproduction**. Lea and Febiger, Philadelphia, 1993, p.554-562.
- ALLEN, G.P. Epidemic disease caused equine herpesvirus-1: recommendations for prevention and control. **Equine Veterinary Education**, v. 14, p. 136-142, 2002.
- BRINSKO, S.P.; BLANCHARD, T.L.; VARNER, D.D.; SCHUMACHER, J.; LOVE, C.C.; HINRICHS, K.; HARTMAN, D. **Manual of Reproduction**, 3ed., Mosby Elsevier, p. 94-113, 2011.
- GILES, R.C.; DONAHUE J.M.; HONG C.B.; TUTTLE P.A.; PETRITES-MURPHY M.B.; POONACHA, K.B.; ROBERTS, A.W.; TRAMONTIN R.R.; SMITH, B.; SWERCZEK, T.W. Causes of abortion, stillbirth, and perinatal death in horses: 3,527 cases (1986-1991). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 203, n. 8, p.1170-1175, 1993.
- GIRIO R.J.S.; LEMOS R.A.A. Doenças Bacterianas, Leptospirose In: RIET-CORREA, F.; SCHILD, A.L.; LEMOS, R.A.A., BORGES, J.R.J. **Doenças de ruminantes e equídeos**. 3ed., vol. 1, 2007, p. 331-352.
- HONG, C.B.; DONAHUE J.M.; GILES, R.C.; PETRITES-MURPHY, M.B.; POONACHA, K.B.; ROBERTS, A.W.; SMITH, B.J.; TRAMONTIN, R.R.; TUTTLE, P.A.; SWERCZEK, T.W. Etiology and pathology of equine placentitis. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 5, p. 56-63, 1993.
- KOTERBA, A.M. Physical examination. In: Koterba, A.M.; Drummond, W.H.; Kosch, P.C. **Equine Clinical Neonatology**, Lea and Febiger, Philadelphia, 1990, p.71-83.
- LARA, M.C.C.S.H.; CUNHA, E.M.S.; NASSAR, A.F.C.; GREGORY, L.; BIRGEL, E. H.; FERNANDES, W.R. Ocorrência do herpesvírus equino 1 (HVE-1) em cavalos criados no estado de são paulo, Brasil. **ARS VETERINARIA**, Jaboticabal, v. 19, n. 3, p. 254-259, 2003.
- LAUGIER C.; FOUCHER N.; SEVIN C., LEON A.; TAPPREST J. A 24-year retrospective study of equine abortion in Normandy (France). **Journal Equine Veterinary Science**, v. 31, p.116-123, 2011.
- LOCATELLI-DITTRICH, R.; DITTRICH, J.R.; RICHARTZ, R.R.T.B.; GASINO JOINEAU, M.E.; ANTUNES J.; PINCKNEY, R.D.; DECONTO, I.; HOFFMANN, D.C.S.; THOMAZ-SOCCOL, V. Investigation of Neospora spp. and Toxoplasma gondii antibodies in mares and in precolostral foals from Paraná State, Southern Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 135, n. 3-4, p. 215-221, 2006.
- McGAVIN, M.D.; ZACHARY, J.F. **Pathologic basis of veterinary diseases**. Mosby Elsevier, 4ed., 1476p., 2007.
- MACPHERSON, M.L. Complications of the late pregnant mare. **Proceedings of the European Veterinary Conference - Voorjaarsdagen**, Amsterdam, 2011, p.322-327.
- MACPHERSON, M.L.; BAILEY, C.S. A clinical approach to managing the mare with placentitis. **Theriogenology**, v. 70, p. 435-440, 2008.
- MORRESEY, P.R. Prenatal and perinatal indicators of neonatal viability. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v.4, n.3, p.238-249, 2005.
- OSTLUND E.N.; POWELL D.; BRYANS G.T. Equine herpesvirus-1: a review. **Proceedings of the thirty-sixth annual convention of the American Association of Equine Practitioners**, Lexington, p.387-395, 1991.
- PEREIRA, C.M; ADRIEN, M.L.; LADEIRA, S.R.L.; SOARES, M.P.; ASSIS-BRASIL, N.D.; SCHILD, A.L. Abortos em equinos na região Sul do Rio Grande do Sul: estudo de 72 casos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 22-26, 2012.

- PESCADOR C.A.; CORBELLINI L.G.; LORETTI A.P.; WUNDER-JÚNIOR E.; FRANTZ F.J.; DRIEMEIER, D. Aborto equino por *Leptospira* sp. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 271-274, 2004.
- DRIEMEIER, D.; ROCHA, A.L.A.; GARBADE,P.; RODRIGUES, R.J.D.; MATTOS, R.C. Aborto e placentite micótica por *Aspergillus fumigatus* em uma égua. **Ciência Rural**, v.28, n. 2, p. 321-324, 1998.
- PYCOCK, J. Problems in late pregnancy. **Proceedings of the 10th International Congress of World Equine Veterinary Association**, Moscow, Russia, 2008, p.241-243.
- RENAUDIN, C.D.; TROEDSSON, M.H.T.; GILLIS, C.L.; KING, VL; BODENA, A. Ultrasonographic evaluation of the equine placenta by transrectal and transabdominal approach in the normal pregnant mare. **Theriogenology**, 47, n.2, p. 559-573, 1997.
- RENAUDIN, C.D.; LIU, I.K.M.; TROEDSSON, M.H.T.; GILLIS, CL. Transrectal ultrasonographic diagnosis of ascending placentitis in the mare: a report of two cases. **Equine Veterinary Education**, v. 11, n. 2, p. 69-74, 1999.
- ROSSDALE, P.D.; OUSEY, J.C.; CHAVATTE, P. Readiness for birth: an endocrinological duet between fetal foal and mare. **Equine Veterinary Journal**, 1997, p.96-99.
- SANTOS, R.S.; FINGER, I.; LINS, L.A.; FREY JR, F.; NOGUEIRA, C.E.W. Estudo da junção útero placenta em éguas no monitoramento da gestação e sua relação com potro problema. **XIX CIC, II Mostra científica - XII ENPOS**, 2010.
- SCHILD, A.L.; FERREIRA, J.L.M.; SOARES, M.P. Causas de abortos em equinos psi na região de influência do laboratório regional de diagnóstico. **Boletim do Laboratório Regional de Diagnóstico**. Editora e Gráfica Universitária, Pelotas, p. 54, 2006.
- SMITH, K.C.; BLUNDEN, A.S.; WHITWELL, K.A.; DUNN, K.A.; WALES, A.D. A survey of equine abortion, stillbirth and neonatal death in the UK from 1988 to 1997. **Equine Veterinary Journal**, v. 35, n. 5, p. 496-501, 2003.
- SWERCZEK, T.W. Noninfectious causes of abortion in the mare. **Equine Practice Veterinary Medicine**, v. 86, n. 10, p. 1025-1029, 1991.
- TROEDSSON, M.H.T.; RENAUDIN, C.D.; ZENT, W.W.; STEINER, J.V. Transrectal ultrasonography of the placenta in normal mares and mares with pending abortion: A fiel study. **Proceedings of the American Association of Equine Practitioners**, v.43, p.256-258, 1997.
- WHITWELL, K.E. Abortions and Stillbirths: A Pathologists Overview. In: McKinnon, A.O.; SQUIRES, E.L.; VAALA, W.E.; VARNER, D.D. **Equine Reproduction**. Wiley-Blackwell, Iowa, 2ed., v.2., 2011, p.2339-2349.



Capítulo 4 - Características produtivas e desempenho animal em pastagens de gramíneas tropicais

Antônio Carlos Cóser¹
Deolindo Stradiotti Júnior

Introdução

A pecuária é uma das principais atividades de exploração no Espírito Santo, mas apresenta baixos índices produtivos, reflexo do alto índice de degradação de pastagens, ocasionadas principalmente pelo monocultivo de forrageiras do gênero *Brachiaria*, falta de adubação e de ajuste da carga animal e o mau manejo dessas gramíneas, causando prejuízos econômicos e ambientais. Uma possível solução é a diversificação de espécies forrageiras, manejadas de forma adequada, assegurando maior produtividade de forragem e boa eficiência de colheita, que é dependente da exploração adequada dos mecanismos homeostáticos da planta, pois a longevidade do sistema é fundamental. Fatores importantes como adubação e irrigação que podem potencializar a produtividade de gramíneas tropicais nessas condições não devem ser omitidos. Assim, torna-se fundamental o conhecimento das respostas agronômicas, fisiológicas, morfogênicas e estruturais do dossel forrageiro submetido a diferentes regimes de pastejo, e assim, interagi-las com o desempenho animal, gerando subsídios para equacionar o melhor equilíbrio do ecossistema solo-planta-animal.

1. A pesquisa em produção animal a pasto

Em todas as regiões do Brasil, as pastagens representam uma significativa proporção de alimentos disponíveis aos ruminantes, quando não a única fonte de suas dietas. O uso eficiente de forrageiras e pastagens como base da alimentação animal representa uma das formas de se garantir aumento na produtividade e redução nos custos da exploração pecuária. Além disso, do ponto de vista da alimentação do rebanho, pasto é o mais barato de todos os alimentos para se produzir e utilizar (EMMICK, 1991; ELY, 1995). Os

¹ Professor Visitante Nacional Sênior do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, CCA-UFES. Alegre-ES, CEP 29.500-000. Bolsista da CAPES

² Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, CCA-UFES. Alegre-ES, CEP 29.500-000.

sistemas de produção fundamentados em pastagens bem manejadas requerem menores inversões iniciais de capital e exercem menores impactos negativos sobre o ambiente quando comparado aos sistemas confinados. Desta forma, caminhar para alternativas mais baratas de alimentação torna-se quase obrigatório para viabilizar a exploração, notadamente para os produtores menores.

Nos últimos anos o crescimento da pecuária no Brasil foi acelerado e apresenta-se como boa alternativa aos pecuaristas em função dos altos preços alcançados, bem como pelo crescente aumento na demanda de carne, principalmente a de cordeiros (BUENO et al., 2006). Apesar desse crescimento, a pecuária ainda é uma das atividades que exhibe em todo o território nacional baixos índices produtivos, sendo a produtividade das pastagens, a principal causa da baixa rentabilidade e competitividade dos sistemas de produção animal em relação a outros sistemas agrícolas. Isto se deve tanto à práticas inadequadas de manejo, à utilização de pastagens de baixa produtividade, à falta de reposição dos principais nutrientes envolvidos no crescimento das plantas, principais causas da baixa produção por animal e por área. Assim, a expectativa é de que as forrageiras tropicais, quando adubadas, irrigadas e manejadas de forma adequada assegurariam maior produtividade de forragem e boa eficiência de colheita, que é dependente da exploração correta dos mecanismos homeostáticos da planta, pois a sustentabilidade do sistema é fundamental.

2. Gramíneas tropicais: produção e valor nutritivo da forragem

Na produção de bovinos, ovinos e caprinos em pastagens, a tomada de decisão na escolha da planta forrageira adequada às condições de clima e solo locais, além do manejo que lhe será imposto, deve ser criteriosa, pois a área implantada deve ter uma longa vida útil.

No Brasil, principalmente nas regiões Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste, há o predomínio de utilização de espécies forrageiras tropicais, caracterizadas por alta produção de matéria seca. Porém, problemas como a estacionalidade da produção (EUCLIDES et al., 1993) e o rápido alongamento de colmo durante o período reprodutivo (SANTOS et al., 1999), afetam diretamente a utilização da pastagem e, conseqüentemente, o desempenho e a produtividade animais.

Visando a aumentar a produção de volumoso de melhor qualidade, algumas cultivares de *Pennisetum*, *Cynodon*, *Panicum* e *Brachiaria* estão sendo testadas e utilizadas em sistemas intensivos e semi-intensivos de produção animal. Deve-se informar que o gênero *Brachiaria* atualmente é denominado *Urochloa*, sendo mantidos os nomes específicos.

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu é uma das gramíneas mais usadas nas áreas de pastagens cultivadas no Brasil Central. Estima-se, atualmente, que 50% das áreas de pastagens cultivadas estejam ocupadas com essa gramínea, na região Centro-Oeste (MACEDO, 2006). Entre as novas opções para a diversificação destaca-se o capim Xaraés novo cultivar de *U. brizantha*. Comparado ao capim Marandu, a cultivar Xaraés se mostrou mais resistente às cigarrinhas de pastagens, com maior tolerância ao excesso de umidade no solo, rebrotação mais vigorosa, florescimento tardio e maior capacidade de suporte, resultando em aumento na produção de carne por área (EUCLIDES et al., 2009). Entretanto, por ser relativamente nova, falta informação de como as características morfogênicas e estruturais desta gramínea respondem sob condições de pastejo, dificultando o entendimento e o planejamento das estratégias de manejo, pois segundo Nabinger et al. (2005) tais características são responsáveis pela taxa de lotação e pelo desempenho individual do animal em pastejo, respectivamente. No entanto, poucas

pesquisas avaliaram as respostas morfofisiológicas do capim Xaraés sob pastejo, entre elas destaca-se o trabalho de Pedreira et al. (2007), sem que até o momento fosse verificada uma que relacionasse essas respostas da planta e o ganho por animal com a variação na colheita da planta, dificultando o entendimento do sistema como um todo.

A *Urochloa ruziziensis* é, dentre as gramíneas do gênero *Urochloa*, uma das menos difundidas nas áreas de pastagens cultivadas no Brasil Central e das menos estudadas. Deve-se lembrar que essa forrageira além da boa produtividade, apresenta valores médios de proteína bruta e digestibilidade na massa de forragem, o que poderá determinar razoáveis ganhos de peso corporal por animal (EUCLIDES, 2000). Informações da literatura (ANDRADE et. al., 1996) informam que a *Urochloa ruziziensis* pode produzir em torno de 20 t/ha/ano de massa seca de forragem e 12,4% de proteína bruta, quando fertilizada com nitrogênio.

O gênero *Pennisetum* apresenta grande número de trabalhos em relação à produção de leite, por sua produtividade e qualidade. Cóser et al. (1999) relatam valores de produção da ordem de 20 t/ha/ano em pastagem de capim-elefante manejada sob diferentes períodos de utilização durante três anos de avaliação. Relatam, ainda, valores de proteína bruta e de digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 12-17% e de 55-65%, respectivamente. Ainda em relação à produção e à qualidade da forragem, a cultivar Tanzânia de *Panicum maximum* apresenta características interessantes para alimentação animal como alta proporção de folhas na massa de forragem o que lhe confere alta qualidade e também pelo alto potencial de produção de forragem e por ser propagado por sementes. Nesse sentido, Deresz et al. (2001) relatam que vacas manejadas em pastagem de gramíneas tropicais, especialmente em capim-elefante sem suplementação concentrada e podem produzir de 12 a 14 kg/dia, no início da lactação durante a época das chuvas. Desde que estejam em boa condição corporal ao parto, podem apresentar intervalo parto-primeiro cio menor que 100 dias. Isto significa que a pastagem, por si só, é capaz de fornecer nutrientes suficientes para manutenção, produção e reprodução, em função de suas produtividade e qualidade.

3. Manejo do pastejo e respostas morfofisiológicas

A baixa produção animal em pastagens tropicais pode ser resolvida com práticas de manejo que aumentem a eficiência de utilização do pasto (DIFANTE, 2005; DERESZ et al., 2006). Recentemente estudos têm buscado determinar a melhor associação entre intervalo de desfolha e resíduo pós-pastejo dos piquetes sob lotação rotativa, sobretudo em pastagens de gramíneas tropicais. O intuito é otimizar a produção de folhas, garantir boa eficiência de uso da forragem e evitar o alongamento dos colmos e o acúmulo de material senescente. Segundo Hodgson e Silva (2002) uma estratégia de ação que maximize a eficiência de produção e colheita de forragem, com base nas características morfogênicas e estruturais do pasto, deve ser buscada. Juntamente com a evidência dos efeitos da estrutura do dossel sobre o consumo de forragem e desempenho animal, podem levar ao desenvolvimento de estratégias de manejo baseadas nas condições do pasto, com metas de manejo em termos de altura do dossel (HODGSON, 1990) ou massa de forragem (MATHEWS et al., 1999). Em última análise, a essência do manejo da pastagem é atingir um balanço harmônico entre três fatores: produção de forragem, consumo e produção animal (HODGSON, 1990).

Para otimizar a produção de uma pastagem, o manejo do pastejo deve estar focado no entendimento da necessidade de reter área foliar para fotossíntese e da remoção de tecido foliar, antes de sua senescência, para então alcançar determinado rendimento (PARSONS, 1988). Assim, num dado período de tempo, o acúmulo líquido de biomassa viva de uma espécie ou cultivar é o resultado da diferença entre o aumento bruto de peso e a diminuição

causada pela senescência e decomposição de tecidos ou então pelo consumo de forragem (DAVIES, 1993). Sob lotação rotacionada, a duração do intervalo de desfolhações sucessivas é a variável que determina a recuperação do índice de área foliar e, conseqüentemente, maximiza a produção de massa de forragem. Usualmente, essa determinação é feita em função de critérios cronológicos como número de dias. Entretanto, devido a variações nas taxas de crescimento da planta e na estacionalidade da produção, esse critério não é o mais recomendado. Atualmente, o intervalo de desfolha tem sido definido com base no crescimento da forrageira, sendo variável ao longo do ano. Algumas variáveis como a fotossíntese (PARSONS, 1988), interceptação da radiação (BARBOSA et al., 2004), intervalo fixo (DERESZ, 2001) e altura do dossel, entre outros, têm sido utilizados. Todos apresentam embasamentos científicos, mas a altura se apresenta como critério de fácil entendimento e de aplicação prática pelos produtores (PEDREIRA et al., 2007).

A taxa de acúmulo de forragem pode variar em função de condições edafoclimáticas e manejo. Altas taxas de crescimento das plantas são conseguidas com altas taxas fotossintéticas, às quais, entretanto, correspondem altos custos de respiração e senescência. Esses processos são importantes no processo de utilização da forragem acumulada, uma vez que a perda excessiva de tecidos vegetais por meio do processo de senescência implica em baixa utilização da forragem acumulada (SBRISSIA e SILVA, 2001). Barbosa et al., (2002), trabalhando com capim Tanzânia sob pastejo rotativo, não encontraram diferenças no acúmulo líquido de forragem em função dos resíduos pós-pastejo (2,3 e 3,6 t/ha de MS). Neste sentido, Santos et al. (1999) estudando o efeito de intervalos de desfolha (28, 38 e 48 dias) sobre a produção e a taxa de acúmulo de MS nos capins Tanzânia e Mombaça, encontraram maior produção para o intervalo de 48 dias, sem diferenças em acúmulo de MS entre as cultivares. No entanto, as maiores taxas diárias de acúmulo de MS foram observadas com 28 dias de intervalo de desfolha e registradas na época chuvosa. Gomide et al. (2002) estudando capim Mombaça submetido a intervalos de desfolha variáveis, verificaram que o acúmulo de forragem foi maior nos maiores intervalos de desfolha, conseqüência, principalmente, do incremento da participação da fração colmo na massa de forragem. Trabalhando com capim Mombaça sob pastejo rotacionado e duas alturas de resíduo (30 e 50 cm) e duas condições de pré-pastejo (95 e 100% de interceptação de luz (IL) pelo dossel) Carnevalli (2003) verificou maior produção de forragem nos tratamentos com 95% de IL, com redução acentuada em produção quando o período de descanso era mais longo (100% de IL). A autora relatou que a redução em produção de forragem foi conseqüência do processo de senescência foliar, resultante de maior competição por luz.

Poucas pesquisas avaliaram as respostas morfofisiológicas do capim Xaraés sob pastejo, entre elas destaca-se o trabalho de Pedreira et al. (2007), sem que até o momento fosse verificada uma que relacionasse essas respostas da planta e o ganho por animal com a variação na colheita da planta, dificultando o entendimento do sistema como um todo.

4. Desempenho animal

Sabe-se que, entre outros fatores, o desempenho animal depende do consumo e da qualidade da matéria seca da pastagem consumida, pois determinam a quantidade de nutrientes ingeridos pelos animais, necessários às suas exigências de manutenção e produção (GOMIDE, 1993). Já a eficiência de utilização de plantas forrageiras pelos animais depende de vários fatores, como a qualidade e quantidade de forragem disponível na pastagem e o potencial genético do animal. Assim, quando a disponibilidade de forragem e o potencial do animal não são limitantes, o desempenho animal relaciona-se diretamente com o consumo diário de forragem e indiretamente com os efeitos que o

processo de pastejo tem sobre a composição da forragem, a estrutura do relvado e a produtividade da pastagem (COSGROVE, 1997). Poppi et al. (1987) afirmam que o consumo de forragem por animais em pastejo pode ser controlado por fatores não nutricionais relacionados ao comportamento ingestivo. Assim, o consumo restrito de nutrientes é o principal fator que limita a produção animal, e só será controlado pelo valor nutritivo da forragem se a quantidade de forragem disponível não for limitante.

Em relação ao comportamento ingestivo do animal, Pardo et al. (2003) relatam que o mesmo pode ser modificado pela relação planta-animal existente, isto é, seu comportamento e desempenho podem ser determinados por padrões distintos de estrutura da pastagem. Nesse sentido, os ruminantes podem modificar um ou mais componentes do seu comportamento ingestivo (FORBES, 1988) visando a minimizar os efeitos de condições alimentares desfavoráveis. Segundo Briske (1991) enquanto nos sistemas de confinamento o desempenho animal é função da concentração da dieta oferecida, nos sistemas a pasto, variáveis associadas ao processo de pastejo como espécie, densidade, altura e estágio fisiológico das plantas são as que determinam os níveis de produção animal. O tempo de pastejo é um fator de fundamental importância, levando-se em consideração os gastos em atividades de pastejo, ruminação, socialização e ócio. Assim, o tempo dispensado para cada uma dessas atividades depende das características do pasto, condições ambientais, entre elas temperatura e pluviosidade e das exigências nutricionais dos animais (ZANINE et al., 2008).

Os sistemas de produção vêm se tornando cada vez mais eficientes, exigindo dietas complexas, de onde decorre aumento do risco de transtornos metabólicos que podem favorecer o desequilíbrio do ingresso de nutrientes no organismo e a sua capacidade para metabolizá-los (ZAMBRANO e MARQUES Jr, 2009). Campos et al. (2007) enfatizam que a adaptação animal em regiões tropicais requer um custo energético muito alto, refletindo em problemas nutricionais e enfermidades metabólicas que podem elevar os custos de produção e geram menor volume de leite por lactação. Desta forma, entende-se que estudos por meio dos quais se busque compreender melhor a relação entre o que é consumido e qual “a resposta ou sinal metabólico” que venha a ocorrer, devam ser realizados com a intenção primeira de adequações prévias de manejo alimentar e nutricional (possibilidade de manejo preventivo) e, por fim, da possibilidade de se evitar a ocorrência de problemas de ordem produtiva, reprodutiva e sanitária dos rebanhos, como deve ser desejado.

A partir do surgimento do termo perfil metabólico, popularizado por Payne et al. (1970), se referindo ao estudo de componentes hematobioquímicos específicos em vacas leiteiras, com o intuito de avaliar, diagnosticar e prevenir transtornos metabólicos e servindo também como indicador do estado nutricional, a química sanguínea passou a ter maior interesse no campo zootécnico. Cote e Hoff (1991), sugerem recolher informações relacionadas à idade, produção de leite, fase da lactação e condição corporal dos animais analisados, ainda, primando-se pela região climática e manejo alimentar, condições que, de acordo com Gonzalez (2000), favorecem obter-se, de maneira confiável, o equilíbrio entre o ingresso, o egresso e a metabolização dos nutrientes nos tecidos animais.

Considerando-se que a concentração sanguínea de um determinado metabólito é indicadora do volume de reservas de disponibilidade imediata e, uma vez que essa concentração mantenha-se dentro de certos limites de variações fisiológicas, têm-se os considerados valores de referência ou valores normais. Os animais que apresentam níveis sanguíneos fora dos valores de referência podem estar em desequilíbrio nutricional ou com alguma alteração orgânica que condiciona uma diminuição na capacidade de utilização ou biotransformação dos nutrientes (WITWER, 1995). Ocorre que estudos de perfis metabólicos, com o intuito de desenvolvimento de tabelas de valores de referência dos metabólitos sanguíneos mais especificamente para vacas leiteiras, somente vêm sendo

desenvolvidos pelo Laboratório de Bioquímica Clínica Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), para o Hemisfério Sul do Brasil, onde prevalecem as condições de clima subtropical. A maioria dos estudos é desenvolvida com vacas leiteiras de raças puras taurinas. Já, para as regiões com prevalência de clima tropical, constatam-se estudos esporádicos, com diversos autores advertindo para essa escassez de estudos com animais zebuínos e seus cruzamentos com raças taurinas especializadas em leite (MATURANA FILHO, 2009; SAUT et al., 2009; POGLIANI et al., 2010). Neste sentido pode-se constatar que são raros os estudos com ovinos. Há trabalhos conduzidos e concluídos recentemente na Universidade Federal do Espírito Santo, mas ainda não publicados.

Em relação ao desempenho de bovinos, existem informações de que é possível obter de 12 a 14 kg/vaca/dia de leite, em pastagens de capim-elefante durante a época das chuvas quando manejado com 30 dias de intervalo fixo de desfolha (DERESZ, 2001) e de 600 a 850 gramas/dia de ganho de peso em cultivares de *U. brizantha*, valores observados por Euclides et al. (2009), os quais relatam que essas cultivares podem produzir de 660 a 870 kg/ha/ano de peso corporal. Ressalta-se que são escassos os resultados de pesquisa relacionados à produção animal de ovinos em pastagens de gramíneas forrageiras manejadas intensivamente. No entanto, com relação à produção animal, é conhecido que animais da raça Santa Inês apresentam desempenho um pouco inferior ao de raças melhoradas podendo conseguir acima de 200 g/animal/dia de peso corporal quando bem alimentados (BUENO et al., 2006).

O desempenho de cordeiros observados por Macedo et al. (2000) foi de 106 g, em pastagens de capim coast-cross, sob lotação fixa de 20 animais/ha. Entretanto, o potencial da produção de carne de pequenos ruminantes em pastagens é maior. Soares et al. (2001) observaram taxas de ganhos de peso diários de ovelhas lanadas mestiças superiores a 240 g no início da primavera, quando mantidas em pastagens de capim-forquilha (*Paspalum notatum* Flüggé), demonstrando a possibilidade de elevação dos índices produtivos. Gastaldi et al. (2000) observaram acúmulo de forragem em uma pastagem de capim coast-cross, mesmo quando a mantiveram sob lotação contínua de 50 ovelhas/ha durante 90 dias, denotando altas capacidades produtivas, em áreas de boa fertilidade. No entanto, são necessários estudos de características produtivas de gramíneas tropicais sob pastejo e avaliada a produção por animal e por área, que, em última análise, deve ser o propósito final de todo estudo com forrageiras tropicais.

5. Referências Bibliográficas

- ANDRADE, J. B.; BENINTENDE, R. P.; FERRARI JR., E et al. Efeito das adubações nitrogenada e potássica na produção e composição da forragem de *Brachiaria ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 9. p. 617-620, 1996.
- BARBOSA, R. A. **Manejo de desfolhação e seus efeitos nas características morfofisiológicas, dinâmica de perfilhamento e valor nutritivo do capim Tanzânia**. Viçosa, UFV. 100p. Tese (Doutorado em Zootecnia - Zootecnia). 2002.
- BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V. P. B et al. Características estruturais e produção de forragem do capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 329-340, 2004.
- BRISKE, D. D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: *Grazing management: An ecological perspective*. Timber Press, Portland, Oregon. v. 1, p. 85-108, 1991.

- BUENO, M. S.; CUNHA, E. A.; SANTOS, L. E et al. Santa Inês: uma boa alternativa para a produção intensiva de carne de cordeiros na região Sudeste. 2006. Artigo em Hipertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/SantaInes/index.htm. Acesso em: 21/9/2006. (Publicado no Infobios em 4/9/2006).
- CAMPOS R. G.; CUBILLOS, C.; RODAS, A. G. Indicadores Metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. **Acta Agronomica**, Bogotá, v. 56, n. 2, p. 85-92, 2007.
- CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. Piracicaba, ESALQ, 136p. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens). 2003.
- CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; FONSECA, D.M. et al. Efeito de diferentes períodos de ocupação da pastagem de capim-elefante sobre a produção de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 861-866, 1999.
- COSGROVE, G. P. **Grazing behaviour and forage intake**. In INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, Viçosa, 1997, p. 59-80.
- COTE, J. F., HOFF, B. Interpretation of blood profiles in problem Dairy Herds. **The Bovine Practitioner**. v. 26, p. 7-11, 1991.
- DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.A.; LAIDLAW, A.S.(eds) **Sward Measurement Handbook**. 2nd. Ed. British Grassland Society, Reading, UK. p. 183-216, 1993.
- DERESZ, F. Influência do período de descanso da pastagem de capim-elefante na produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 461-469, 2001.
- DERESZ, F., PAIM-COSTA, M. L., MARTINS, C. E., et al. Composição química, digestibilidade e disponibilidade de capim-elefante cv. Napier manejado sob pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 857-862, 2006.
- DIFANTE, G. S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário de "Panicum maximum Jacq. cv. Tanzânia" sob regime de desfolhação intermitente**. Viçosa, UFV. 100p. Tese (Doutorado em Zootecnia - Zootecnia). 2005.
- ELY, D. G. Forages for sheep, goats and rabbits. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Eds.) **Forages: the science of grassland agriculture**. vol. 2. 5 ed, 1995. p. 313-326.
- EMMICK, D. L. **Increase pasture use to decrease dairy feed costs**. In: PASTURE/GRAZING FIELD DAY. Proc.... 1991. Penn State University, University Park. p. 10-14. 1991.
- EUCLIDES, V. P. B. Produção intensiva de carne bovina em pasto. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., Campo Grande, 2000. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. p. 55-82.
- EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VIEIRA, A. Evaluation of *Panicum maximum* cultivars under grazing. In: **Proceedings of the XVII International Grassland Congress**, 1993, Rockhampton, Australia, p. 1999-2000, 1993.
- EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B et al. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 98-106, 2009.
- FORBES, T. D. A. Researching the plant-animal interface: the investigation of behavior of grazing animal. **Journal of Animal Science**, v. 66, n. 9, p. 2369-2379, 1988.
- GASTALDI, K.A.; QUADROS, D.G.; SILVA SOBRINHO, A.G. Efeitos da taxa de lotação ovina sobre as propriedades físicas e químicas de um solo sob pastagem de coast-cross. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM: SOIL FUNCTIONING UNDER

- PASTURES IN INTERTROPICAL AREAS, 2000, Brasília. **Anais...** CPAC: Planaltina, 2000. (CD-ROM)
- GOMIDE, J. A. Produção de leite em regime de pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 591-613, 1993.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, O. G. et al. Morfogênese e acúmulo de biomassa em capim-mombaça sob pastejo rotacionado observando diferentes períodos de descanso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife – PE, **Anais...**, Recife: SBZ, 2002 – CD ROM (forragicultura).
- GONZALEZ, F. H. D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F. H. D. et al. (Eds). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 63-74.
- HODGSON, J. **Grazing Management: Science into practice**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 203p.
- HODGSON, J.; SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...**, Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.
- MACEDO, F. A. F.; SIQUEIRA, E. R.; MARTINS, E. N. Análise econômica da produção de carne de cordeiros sob dois sistemas de terminação: pastagem e confinamento. **Ciência Rural**, v. 30, n. 4, p. 677-680, 2000.
- MACEDO, M. C. M. Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. In: BARBOSA, R.A. **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. p.35-65.
- MATTHEWS, P. N. P.; HARRINGTON, K. C.; HAMPTON, J. G. Management of grazing systems. In: WHITE, J. and HODGSON, J. (editors) **New Zealand Pasture and Crop Science**. Oxford University Press, Auckland, p.153-174, 1999.
- MATURANA FILHO, M. **Desempenho produtivo e reprodutivo e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com diferentes fontes de gordura no período de transição e início de lactação**. São Paulo, Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. 102 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal). 2009.
- NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F.; PONTES, L. S. Pastagens no ecossistema subtropical. In: A produção animal e o foco no Agronegócio, Goiânia, 2005. p. 1-20.
- PARDO, R. M. P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1408-1418, 2003.
- PARSONS, A. J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M. B., LAZENBY, A. (Eds.) **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman & Hall, p. 129-177, 1988.
- PAYNE, J. M., DEW, S. M., MANSTON, R. et al. The use of metabolic profile test in dairy herds. **The Veterinary Record**. v. 87, p. 150-158, 1970.
- PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.
- POGLIANI, F. C.; AZEDO, M. R.; SOUZA, R. M. et al. Influência da gestação e do puerpério no lipidograma de bovinos da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 2, p. 273-280, 2010.
- POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; L'HUILLIER, P.J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A.M. (Ed.). **Livestock feeding on pasture**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1987. p. 55-64. (Occasional Publication, 10).

- SANTOS, P. M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A. A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 244-249, 1999.
- SAUT, J. P. E.; MIYASHIRO, S. I.; RAIMONDO, R. F. S. et al. Influência do período pós-parto no proteinograma de vacas holandesas, obtido através da técnica de eletroforese em gel de poliacrilamida. **Ciência Animal Brasileira**, Suplemento 1, 2009. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Buiatria.
- SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, p.731-754, 2001.
- SOARES, J. P. G.; BERCHIELLI, T. T.; AROEIRA, L. J. M. Estimativa do consumo voluntário de grama batatais (*Paspalum notatum* Flügge) sob pastejo de ovelhas submetidas ou não à tosquia. In: REUNION LATINO AMERICANA DE PRODUCCION ANIMAL, 17., 2001, Havana. **Anais...** Havana: ALPA. Nutrición Animal. 2001. CD-ROM
- WITTEWER, F. Empleo de los perfiles metabólicos en el diagnóstico de desbalances metabólicos nutricionales en el ganado. **Buiatria**, v. 2, p.16-20, 1995.
- ZAMBRANO, W. J.; MARQUES JR, A. P. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras do pré-parto ao quinto mês da lactação. **Zootecnia Tropical**, v. 27, v. 4, p. 475-488, 2009.
- ZANINE, A. M.; VIEIRA, B. R.; FERREIRA, D. J. et al. Diferença no hábito alimentar de bovinos em pasto de capim-marandu. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v. 11, p. 153-162, 2008.



Capítulo 5- O uso do sig (sistemas de informações geográficas) como ferramenta na parasitologia veterinária

Isabella Vilhena Freire Martins¹
Barbara Rauta de Avelar²
Deivid França Freitas²

Introdução

Os avanços tecnológicos das últimas décadas têm propiciado a emergência de métodos moleculares de identificação de patógenos e também de novas opções de hardwares e softwares para coleta e análise de dados (Eisen e Eisen, 2011). O uso das geotecnologias como uma nova ferramenta na área da saúde tem sido empregada com sucesso por muitos pesquisadores na epidemiologia humana e veterinária. Estas tecnologias possibilitam a agregação de dados epidemiológicos a mapas cartográficos digitalizados, e sua análise em conjunto ou em separado, produzindo mapas temáticos da distribuição de diversas doenças. A análise espacial, por sua vez, proporciona a identificação de “clusters” (grupos) de risco primários e secundários, os quais contribuem para tomadas de decisões na preparação de estratégias do programa de controle (Barcellos, 2007).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) fornecem uma forma de ligação entre os dados epidemiológicos conhecidos sobre a doença com o meio ambiente. Assim, modelos de previsão de riscos de doenças podem ser usados em amplas áreas geográficas, sendo possível de forma sistemática que a distribuição espacial e a abundância da doença sejam representados, permitindo a visualização de fatores que não são facilmente visíveis nos trabalhos de campo clássicos (Bavia et al., 1999).

Estudos com abordagens do uso de SIG, mesmo recentes no campo da epidemiologia, tornam-se aos poucos imprescindíveis para a análise da determinação das doenças (Flauzino et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sobre as aplicações dessa tecnologia de informação na epidemiologia veterinária.

¹ Professora adjunto IV do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo. isabella.martins@ufes.br

² Discente do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da UFES.

1. Geoprocessamento na Epidemiologia

O uso do geoprocessamento vem possibilitando a junção de bancos de dados sócio-econômicos, de saúde e ambientais em bases espaciais (Barcellos e Bastos, 1996). Essa ferramenta é o conjunto de técnicas de coleta, tratamento e exibição de informações referenciadas em um determinado espaço geográfico, destacando-se o uso de sensoriamento remoto, digitalização dos dados, automação de tarefas cartográficas, Sistema de Posicionamento Global (GPS) e Sistema de Informação Geográfica (SIG) (Hino et al., 2006).

Esse conjunto de técnicas possibilita uma melhor definição de áreas endêmicas e das populações sob diferentes níveis de risco, criando base para programas de controle específicos (Fonseca et al., 2005). A interpretação dos resultados das associações entre as variáveis epidemiológicas e ambientais depende do sistema de geoprocessamento utilizado (Barcellos e Bastos, 1996).

A epidemiologia consiste no estudo das enfermidades que acometem as populações e dos fatores que determinam sua ocorrência. Na Medicina Veterinária a epidemiologia inclui adicionalmente a pesquisa e avaliação de outros eventos relacionados à saúde animal, em especial a produtividade. Todas essas investigações envolvem a observação das populações animais e realização de inferências a partir dessas observações (Thrusfield, 2004).

Clements e Pfeiffer (2009) descreveram vários métodos de epidemiologia espacial (epidemiologia de paisagem, filogeografia, estatística e modelagem matemática), e também a ampla utilização desses métodos, para detecção de áreas de risco, alerta precoce e sistema espacial de apoio a decisão, no intuito de demonstrar a amplitude dessa área de pesquisa. Estes autores abordaram a importância da entrada de dados adequados, o que também é amplamente frisado por diversos autores como imprescindível para um modelo de predição desejado (Eisen e Eisen, 2011).

Dentre esses métodos a epidemiologia da paisagem, merece uma atenção especial os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), pois constrói uma ligação entre a ecologia e a doença, facilitando dessa forma prever a distribuição espacial da própria doença, assim como seus vetores e hospedeiros. Em geral, ela envolve os dados da vigilância epidemiológica (por exemplo, dados da pesquisa de vigilância ou a campo) e muitas vezes derivados do sensoriamento remoto, como informações climáticas e topográficas, além de outras informações referentes ao ambiente como cobertura do solo, em um SIG. Posteriormente, são realizadas análises estatísticas das relações entre a epidemiologia e os dados ambientais, levando a inferência sobre as relações e as previsões da doença, resultando muitas vezes em locais não amostrados (Clements e Pfeiffer, 2009).

Por meio do georreferenciamento de dados, um SIG fornece dados de localização e medições de distâncias entre os locais, que são as variáveis essenciais da estatística espacial. Medidas de autocorrelação espacial local e estatística espacial podem então ser usadas para identificar “*clusters*” geográficos dos casos de doença ou padrões de fatores de risco ambientais (Kitron e Kazmierczak, 1997).

2. Os sistemas de informações geográficas (SIGs)

O SIG é um sistema baseado em computador para planejar, armazenar e analisar conjuntos de dados digitais georreferenciados (Norstrom, 2001). Para Durr e Gatrell (2004) o termo “SIG” pode ser interpretado de duas formas: como um sistema de informação geográfica que envolve diferentes pacotes de softwares comerciais e como uma ciência de informação geográfica, que reconhece o fato de que todo ou qualquer processo na natureza

está relacionada direta ou indiretamente ao espaço. Enquanto o primeiro se refere apenas ao sistema onde os dados são armazenados e análises são realizadas, o segundo inclui a multidisciplinaridade de técnicas de descrição espacial dos processos naturais.

A aplicação desses sistemas nas pesquisas da área da saúde permite aos pesquisadores a utilização de novos métodos para o manejo de sua informação espacial tornando uma ferramenta na conexão entre a saúde e o ambiente (Hino et al., 2006). Os SGI's podem ser utilizados para demonstrar e analisar a territorialidade dos fenômenos (Souza et al., 2007), mas segundo Durr e Gatrell (2004) o uso efetivo do SIG em epidemiologia requer o conhecimento de dois componentes básicos: a localização geográfica e atributos relacionados ao local de estudo.

Além do mapeamento da prevalência, da distribuição e da dispersão das doenças, esses sistemas podem ajudar a organizar e gerenciar os processos de emergência destas enfermidades, por meio da observação de causa e efeito entre as relações existentes (Oliveira, 2008). E ainda, estudos utilizando SIGs permitem uma análise em nível regional, a partir de dados coletados em escalas locais (Flauzino et al., 2009).

Norstrom (2001) relataram que no caso de surtos de doenças infecciosas, os SIGs podem fornecer uma excelente ferramenta para a identificação e localização de onde tenha ocorrido o caso e todas as explorações em risco, dentro da área específica do surto. Dessa maneira, zonas de amortecimento podem ser desenhadas em torno desses locais, com um *link* para tabelas com os endereços das possíveis fazendas em situação de risco, podendo estas serem informadas dentro de um curto período de tempo após uma notificação do surto e autoridades podem se planejar melhor sobre como lidar com um surto potencial.

Diversos autores usam os SIGs associados a outras técnicas de Geoprocessamento. A técnica de Sensoriamento Remoto é uma dessas, pois é uma tecnologia capaz da aquisição de informações sobre a superfície da Terra sem qualquer contato direto. Permite também monitoramento sistemático e regular e extração de informações climáticas e ecológicas. Tais informações, juntamente com os devidos estudos de campo podem ser usados para identificar e mapear os habitats potenciais de parasitos e vetores de doenças (Correia et al., 2004).

Estudos de Sensoriamento Remoto e SIG tornam-se cada dia mais presentes nos trabalhos realizados na área da saúde animal (Gomes et al., 2005). Vasconcelos et al. (2006) afirmam que as técnicas de Sensoriamento Remoto juntamente com as técnicas de SIG podem contribuir no monitoramento de situações de risco, auxiliando ações de controle de endemias. São ferramentas importantes de serem utilizadas em regiões com risco ambiental evidente, onde ações específicas de proteção e assistência as populações mais vulneráveis podem ser priorizadas. Segundo Gomes et al. (2005) as enfermidades que acometem os animais estão muito relacionadas com o ambiente em que eles vivem, demonstrando um forte componente espacial.

Carneiro (2007) em estudo com Leishmaniose Visceral Americana (LVA) afirmou que o uso das técnicas de geoprocessamento, juntamente com as informações pertinentes possibilitou a visualização da distribuição geográfica dos casos de LVA e, portanto, das características ambientais das áreas onde interagiu a tríade parasitária canino-vetor-homem. O mesmo autor já havia realizado a associação do SIG com outra ferramenta do geoprocessamento no estudo da LVA: o Sistema de Posicionamento Global (GPS), utilizado no trabalho para demarcar os domicílios positivos para LVA.

Sendo assim, o GPS é um sistema eletrônico de navegação, baseado em uma rede de satélites que permite a localização, bem como a velocidade e o horário, de qualquer ponto do globo terrestre ou bem próximo a ele. Na área da saúde, muitos pesquisadores vêm utilizando o GPS para georreferenciar o local de ocorrência de doenças de diferentes etiologias (Dias, 2001; Gomes et al., 2005; Rinald et al., 2005; Zeman e Lynen, 2006; Carneiro, 2007, Calvete et al., 2009).

Apesar das oportunidades que esta tecnologia oferece para o estudo de endemias, os problemas mais comuns no uso do SIG são o alto custo dos pacotes comerciais *software* de SIG, tornando-os inacessíveis à maioria dos usuários, insuficiência de ferramentas nos SIGs em análise de epidemiologia e de saúde pública e a falta de integração entre estatística, programas epidemiológicos e SIG (Martinez et al., 2001 ; Correia et al., 2004). Segundo Correia et al. (2004) a maior limitação, atualmente para o uso dessas tecnologias na área de saúde, é a formação técnica do profissional que na maioria dos casos não são capacitados para o uso da ferramenta.

Por estes motivos, desde 1995, em resposta às necessidades dos serviços de saúde dos países da América, o Programa Especial de Análise da Saúde (SHA), da Organização Pan-Americana (OPAS) desenvolveu um projeto de cooperação técnica, para divulgação e utilização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) como ferramenta para solução de problemas em epidemiologia e saúde pública. O software SigEpi® oferece ferramentas e interfaces de forma eficiente para realizar a bioestatística, a análise geográfica e apoiar a tomada de decisão em saúde pública (Martinez et al., 2001).

No Brasil o Sistema de Análise Geo Ambiental da Universidade Federal do Rio de Janeiro (SAGA/UFRJ) foi desenvolvido para permitir, por meio da função avaliação ambiental, a interpolação de mapas temáticos digitais, gerando resultados e esses, quando analisados pela função assinatura produzem relatórios em percentual, pixels e hectares (Xavier-da-Silva, 2001). Atualmente, alternativas viáveis de software como o Spring® também têm sido largamente utilizadas (Correia et al., 2004).

Embora o número e a qualidade dos trabalhos da vigilância epidemiológica estejam aumentando, o potencial destes métodos ainda está para ser alcançado. Uma das principais razões é que na maioria das vezes a qualidade das informações é inadequada. Previsões confiáveis dependem de dados de alta qualidade de entrada, independentemente da sofisticação dos métodos estatísticos utilizados (Sipe e Dale, 2003; Clements e Pfeiffer, 2009). Outra informação importante, que é imprescindível para a qualidade do mapa final é a escala escolhida, pois esta deve ser compatível com o fenômeno que se pretende focar (Barcellos e Bastos, 1996; Durr e Gatrell, 2004).

3. Aplicação do uso do sig na parasitologia veterinária

Recentemente, diversos trabalhos têm sido publicados na área de Parasitologia Veterinária, abrangendo as mais diferentes doenças que acometem os animais, inclusive as zoonoses, com os mais diversos focos e utilizando os mais variados Sistemas de Informações Geográficas.

Segundo Durr e Gatrell (2004) a maioria dos estudos que utilizam o SIG nas áreas da saúde faz parte das ciências parasitológicas, principalmente aqueles que envolvem as doenças transmitidas por vetores. Assim, podem-se destacar trabalhos como os Kitron e Kazmierczak (1997), que em Winconsin, EUA, realizaram a análise espacial da distribuição da Doença de Lyme. Dois SIGs (o TNTmips® e o MapInfo®) foram utilizados para mapear os casos humanos da Doença de Lyme, a presença de carrapatos e a cobertura vegetal. Um mapa de risco foi gerado com base no número de casos humanos e a exposição aos carrapatos, mostrando um agrupamento na parte oeste do estado.

No ano de 2005, Fonseca et al. (2005) utilizaram o Sistema de Análise Geo Ambiental da Universidade Federal do Rio de Janeiro (SAGA/UFRJ) para analisar a distribuição espaço temporal de *Ripicephalus Boophilus microplus* em diferentes tipos de pastagem, raças e densidade animal, no município de Seropédica, RJ. Os autores realizaram um inventário ambiental com levantamento das principais variáveis para o desenvolvimento do *R. microplus*, e o modelo gerou uma maior favorabilidade no inverno,

em pastagens com densidade maior ou igual 1,9 animal por hectare e em pastos cultivados. Dessa forma, eles consideraram o modelo adequado para análise que foi proposta, podendo auxiliar na orientação da seleção, na implantação e acompanhamento de medidas de controle.

Zeman e Lynen (2006) testaram diferentes métodos estatísticos para prever a distribuição de carrapatos (*Rhipicephalus appendiculatus*) na Tanzânia utilizando o ArcView® e obtiveram um mapa com a distribuição potencial dos carrapatos a partir de dados do habitat desses artrópodes.

Lynen et al. (2007) estudaram a distribuição de carrapatos dos gêneros *Rhipicephalus* e *Amblyomma*, na Tanzânia, por meio de um banco de dados no ArcView®, contendo temperatura média mensal, precipitação, umidade relativa, tipo de vegetação e a ocupação da terra por imagens de satélite. Nos mapas de distribuição apresentados no trabalho, as áreas com maior probabilidade de ocorrência dos parasitos coincidiam com as áreas que possuíam maior prevalência de animais parasitados.

Utilizando o SIG ArcGis®, Siroky et al. (2011) na República Tcheca, obtiveram um mapa detalhado da probabilidade de ocorrência do *Dermacentor reticulatus*, sendo a parte sul do país, ao longo do rio Morava e Dyje, a que apresentou maior probabilidade de ocorrência. Os autores afirmaram que a abundância do carrapato estava relacionada com a presença de áreas alagadas ao longo dos principais rios.

Souza et al. (2007) no município de Seropédica, RJ, utilizando o mesmo programa que Fonseca et al. (2005) e com metodologia semelhante, realizaram um inventário ambiental com seleção de variáveis, obtenção de mapas temáticos e implantação de um sistema de pesos e notas de acordo com a importância para o desenvolvimento do parasito. Aplicaram a tecnologia do geoprocessamento para observar a sazonalidade das moscas *Dermatobia hominis* e obtiveram como estação mais favorável a primavera, concluindo que a metodologia adotada foi eficiente para análise epidemiológica da Dermatobiose.

Quanto aos estudos realizados com hemoparasitos, Vasconcelos, Novo e Donalisio (2006) na Amazônia Brasileira estudaram a influência das alterações ambientais na distribuição de malária através do Sensoriamento Remoto e do programa Spring®. O estudo baseou-se em imagens do satélite TM-Landsat 5 para os anos de 1996 e 2001 e em dados de campo georreferenciando as localidades positivas para malária de acordo com a FUNASA (Fundação Nacional de Saúde). Os autores concluíram que na região do estudo a variação temporal e espacial da malária corrobora os padrões de ocupação da terra, destacando a importância das técnicas de sensoriamento remoto e de SIG no monitoramento de situações de risco, podendo dessa forma priorizar populações mais vulneráveis.

Carneiro (2007), utilizando o programa Arc Gis®, relacionou casos humanos com caninos de Leishmaniose Visceral Americana (LVA), e também as condições ambientais, nos municípios da região centro-leste da Bahia. A entidade mórbida apresentou uma relação de dependência direta entre os casos humanos e caninos, com a densidade demográfica e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), e uma relação inversa entre os casos e a umidade.

Michael et al. (2002) estudaram a distribuição de bovinos com Tripanossomíase em Burkina Faso, África e notaram que áreas de risco para tripanossomíase dependem dos tipos de culturas, da distribuição espacial do habitat do vetor e do bovino, e das características do solo.

No ano 2005, Genchi et al. (2005) estudaram a bioecologia de *Dirofilaria immitis*, para identificar as áreas com maior potencial de transmissão da dirofilariose na Europa, por meio de um SIG, com base em um regime térmico, determinando qual período do ano tinha maior risco para a transmissão da doença. Os autores afirmaram que o modelo em questão poderia ser melhorado, o que inclui fatores relevantes sobre o hospedeiro

intermediário e também as variáveis ambientais que são importantes no ciclo de *D. immitis* e concluíram que a infecção deve propagar gradualmente para as áreas livres da doença, na Europa.

Também estudando a dirofilariose, Mortarino et al. (2008) avaliaram a prevalência de *Dirofilaria immitis* e *D. repens* na Itália, e com base em um banco de dados no SIG ArcGis® contendo mapas da elevação, temperatura, precipitação e umidade analisaram a dispersão de ambos os parasitos no local do estudo. O modelo de dispersão gerado no SIG concordou com a distribuição territorial de cães positivos e a ocorrência da *D. immitis* foi marcada pelas estações, sendo o período potencial de transmissão confinado nos meses do verão, o que era esperado para uma região de clima temperado, onde o verão é a época mais favorável para o parasitismo.

Utilizando SIG e Sensoriamento Remoto, Rinald et al. (2005) determinaram diversos fatores de risco juntamente com a realização de um levantamento sorológico de bovinos com *Neospora caninum*. Os autores georreferenciaram as propriedades que foram visitadas no estudo e uma área tampão de 3 km foi gerada em torno de cada propriedade, concluindo que os fatores de risco estão associados às altas temperaturas na primavera e que existe uma correlação positiva entre o número de bovinos sorologicamente positivos com o número de cães na propriedade.

Também trabalhando com neosporose, Klevar et al. (2010) com o objetivo de estabelecer a prevalência e a distribuição espacial no rebanho de gado leiteiro Norueguês, utilizaram o SIG Arc Gis® para plotar os pontos referente as fazendas pesquisadas no mapa do país e concluíram que a maior prevalência de animais positivos encontrava-se na região Sudoeste da costa da Noruega.

No Brasil, Bavia et al. (1999) fizeram uso do SIG para determinar o risco ambiental de esquistossomose na Bahia e encontraram que a densidade populacional e a duração do período seco anual são os determinantes mais importantes da prevalência da parasitose nas áreas do estudo. Além disso, relataram que a prevalência da doença é maior nas áreas costeiras, na presença de latossolo e vegetação de transição.

Ainda no Brasil, Filho et al. (2010) em Campinas, SP, analisaram os padrões espaciais do parasito *Schistosoma mansoni* e seu hospedeiro intermediário *Biomphalaria*, comparando a prevalência da doença com as condições naturais e o padrão atual do território ocupado pela população. Um mapa de risco foi gerado no software Spring® e foram estabelecidas diferentes classes de risco baseadas nas características da paisagem do ambiente. Este mapa de risco destaca as regiões propensas a se tornarem novos focos de infecção ou que servem para manter um foco existente.

A Esquistossomose também foi estudada no Brasil por Guimarães et al. (2010). Os autores construíram um mapa de risco para esquistossomose no estado de Minas Gerais, gerado pelo Terra View®, com base nas variáveis ambientais, sociais e biológicas além do sensoriamento remoto. Os resultados do estudo demonstraram que durante o verão aumentaram os riscos de contaminação pelas cercárias do parasito em questão, provavelmente devido a altas concentrações dos caramujos nas áreas de drenagem, causados provavelmente pela falta de saneamento básico e das altas temperaturas nesta época do ano e ainda, pela busca de coleções hídricas, por pessoas tanto para consumo destas águas, quanto para banhos.

No ano de 2004 Cringoli et al. (2004) criou através do SIG a primeira previsão para doenças transmitidas por caramujos na Itália, identificando as variáveis ambientais envolvidas na distribuição da parafinstomose em ovinos. Segundo os autores o modelo gerado define as condições adequadas do ciclo de vida do hospedeiro intermediário da parafinstomose.

No ano de 1998, Yilma e Malone (1998) utilizaram SIGs Atlas GIS® para criar em um modelo de controle para fasciolose na Etiópia, e o estudo sugeriu que a temperatura e o

solo são importantes para determinar a sazonalidade da infecção. Também em 1998, Malone et al. (1998), a partir um modelo agroecológico de previsão climática geraram um SIG para avaliação do risco de fasciolose no leste da África. Os resultados encontrados foram que o maior risco, tanto para ocorrência de *Fasciola hepatica* quanto para *F. gigantica* encontram-se entre 1200m de altitude, alta pluviosidade e solos mais úmidos. Em ambos os trabalhos, os autores encontraram que é possível, mesmo utilizando dados para um modelo de produção agrícola, desenvolver modelos de previsão semelhantes de SIG para doenças transmitidas por vetores.

Em 2002, Cringoli et al. (2002) usaram de SIGs para mapear a distribuição espacial de ovinos e bovinos infectados com *Fasciola hepatica* e *Dicrocoelium dendriticum* nos Apeninos Italianos, e observaram que *D. dendriticum* estava amplamente espalhados de forma homogênea em toda a área estudada, enquanto a *F. hepatica* estava presente apenas em algumas zonas concentradas.

No ano de 2004 Cringoli et al. (2004) criaram por meio do SIG a primeira previsão para doenças transmitidas por caramujos na Italia, identificando as variáveis ambientais envolvidas na distribuição da parafinstomose em ovinos. Segundo os autores o modelo gerado define as condições adequadas do ciclo de vida do hospedeiro intermediário da paranfistomose.

Fuentes (2004 e 2006) elaborou um projeto interdisciplinar com SIG na região dos Andes na América do Sul visando conhecer melhor a transmissão da fasciolose na região. Países como Peru e Bolívia foram considerados hiperendêmicos para fasciolose humana e animal e outros como Chile, Equador, Colômbia e Venezuela também foram afetados. O autor afirmou que a região apresenta características epidemiológicas relacionadas a uma diversidade de fatores bióticos e abióticos, enfatizando a necessidade de estudos localizados.

No Camboja, Tum et al. (2007) compararam a prevalência de animais positivos para fasciolose em mapas com graduações de risco para *Fasciola gigantica*, gerado por meio do SIG. Tum et al. (2004) concluíram que há concordância geral entre prevalência e o risco previsto pelos mapas.

Dutra et al. (2010) e Silva et al. (2011) também mapearam as regiões de risco para Fasciolose no Sul do Brasil. No trabalho de Dutra et al. (2010) os dados foram analisados no programa ArcGis® e por meio do processo de Krigagem foi gerado o mapa de risco. Os pesquisadores associaram a prevalência da infecção com as altitudes e as temperaturas dos municípios. Silva et al. (2011) para determinar a distribuição da fasciolose em Santa Catarina utilizaram o programa TerraView® para montar o mapa de distribuição, que utilizou a proporção de animal doente por animal abatido. A distribuição da doença foi correlacionada posteriormente com a pluviosidade e a altitude o que demonstrou que a presença parasitose em bovinos está relacionada com a baixa elevação local e com a precipitação acumulada.

Considerações Finais

O uso dos SIGs tem se tornado uma ferramenta importante no controle de endemias tanto para a epidemiologia, quanto na área de parasitologia, uma vez que pode ser utilizado na determinação da prevalência de doenças ou ainda na demarcação de áreas de riscos, por meio da junção dos dados epidemiológicos e ambientais, bem como no auxílio de medidas de prevenção e controle das enfermidades que acometem tanto homens quanto os animais. Com isso é possível perceber recentemente um aumento gradual no número de trabalhos realizados por meio da utilização dos Sistemas de Informações Geográficas e outras geotecnologias.

Em contrapartida, fatores limitantes do uso do SIG devem e precisam ser avaliados, dentre estes destacam-se o custo elevado de banco de dados, parte essencial para a análise, a dificuldade de obter os mapas bases, que nem sempre estão disponíveis pelas agências ambientais, e principalmente a ausência de pessoas qualificadas, uma vez que o uso dessas geotecnologias não fazem parte do currículo dos cursos de Medicina Veterinária no Brasil.

Em suma, o SIG se tornou uma ferramenta importante para a tomada de decisões em ações de políticas de saúde pública, contribuindo dessa forma para a ampliação do conhecimento sobre a epidemiologia e ecologia do parasito e seu hospedeiro, além de suas interações com o meio.

Referências Bibliográficas

- BARCELLOS, C.; BASTOS, F.I. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível?. **Caderno de Saúde Pública**. v.12, n.3, p. 389-397. 1996.
- BAVIA, M.E.; HALE, L.F.; MALONE, J.B. et al. Geographic Information Systems and the environmental risk of Schistosomiasis in Bahia, Brazil. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. v.60, n.4, p.566-572, 1999.
- Calvete, C.; Estrada, R.; Miranda, M. A. et al. Ecological correlates of bluetongue virus in Spain: Predicted spatial occurrence and its relationship with the observed abundance of the potential *Culicoides* spp. vector. **The Veterinary Journal**. v. 182, n. 2, p. 235-243, 2009.
- CARNEIRO, D.D.M.T. **Geoprocessamento e análise espacial de varredura no estado-da-arte da leishmaniose visceral americana na região centro-leste da Bahia, Brasil**. 2007. 185 f. [Dissertação] Salvador: Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia; 2007.
- CLEMENTS, A.C.; PFEIFFER, D.U. Emerging viral zoonoses: frameworks for spatial and spatiotemporal risk assessment and resource planning. **The Veterinary Journal**. v.182, n.1, p.21-30, 2009.
- CORREIA, V.R. M.; CARVALHO, M.S.; SABROZA, P.C. et al. Remote sensing as a tool to survey endemic diseases in Brazil. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, ago., 2004.
- CRINGOLI, G.; RINALDI, L.; VENEZIANO, V. et al. A cross-sectional coprological survey of liver flukes in cattle and sheep from an area of the southern Italian Apennines. **Veterinary Parasitology**. v.108, n.2, p.137-143, 2002.
- CRINGOLI, G.; TADDEI, R.; RINALDI, L. et al. Use of remote sensing and geographical information systems to identify environmental features that influence the distribution of paramphistomosis in sheep from the southern Italian Apennines. **Veterinary Parasitology**. v.122, n.1, p.15-26, 2004.
- DIAS, R. A. **Emprego de sistemas de informação geográfica (SIG) no controle da raiva canina**. 2001. 97f. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia Experimental e Aplicada às Zoonoses) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10134/tde-25092001-171311/>>. Acesso em: 2012-06-25.
- DURR, P.; GATRELL, A. **Gis and spatial analysis in veterinary science**. CABI Publishing, 2004. 319p.
- DUTRA L.H., MOLENTO M.B., NAUMANN C.R.C. et al. Mapping risk of bovine fasciolosis in the south of Brazil using Geographic Information Systems. **Veterinary Parasitology**, v.169, n. 1-2, p. 76–81, 2010.

- EISEN, L.; EISEN, R.J. Using geographic information systems and decision support systems for prediction, prevention, and control of vector borne diseases. **Annual Review of Entomology**. v.56, p.41-51. 2011.
- FILHO, F.A.; SANT'ANA, J.M.; SANTOS, R.F. et al. Environmental inducers of schistosomiasis mansoni in Campinas, Brazil. **Geospatial Health**. v.5, n.1, p.79-91, 2010.
- FLAUZINO, R.F.; SOUZA-SANTOS, R.; OLIVEIRA, R.M. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. **Revista Panamericana de Salud Publica**. Washington, v.25, n. 5, maio 2009 .
- FONSECA, A. H.; PEREIRA, M. J. S.; GÓES, M. H. de B. et al. Distribuição espaço-temporal de *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) analisada por geoprocessamento, no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**. Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, p. 167-172, 2005.
- FUENTES, M.V. Proposal of a Geographic Information System for modeling zoonotic fasciolosis transmission in the Andes. **Parasitologia Latinoamericana**. v.59, p. 51 – 55, 2004.
- FUENTES, M.V. Remote sensing and climate data as a key for understanding fasciolosis transmission in the Andes: review and update of an ongoing interdisciplinary Project . **Geospatial Health**. v.1, p.59-70, 2006.
- GENCHI, C.; RINALDI, L.; CASCONI, C. et al. Is heartworm disease really spreading in Europe? **Veterinary Parasitology**. v.133, n.2-3, p. 137-148, 2005.
- GOMES, N.M.; MONTEIRO, A.M.V.; GONÇALVES, C.A. et al. Uso do Sensoriamento Remoto e de Sistemas de Informação Geográfica na análise de áreas de risco ao ataque de morcegos hematófagos em bovinos de quatro municípios da região de São João da Boa Vista, Estado de São Paulo. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiania, GO, Brasil, 2005.
- GUIMARÃES, R.J.P.S.; FREITAS, C.C.; DUTRA, L.V. et al. A geoprocessing approach for studying and controlling schistosomiasis in the state of Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. v.105, n.4, p.524-531, 2010.
- HINO, P.; VILLA, T.C.S.; SASSAKI, C.M. et al. do Geoprocessamento aplicado à área da saúde. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. v. 14, n. 6, p. 939-943, 2006.
- KITRON, U.; KAZMIERCZAK, J. J. Spatial Analysis of the Distribution of Lyme Disease in Wisconsin. **American Journal of Epidemiology**. v.145, n.6, p.558-567, 1997.
- KLEVAR, S.; NORSTRÖM, M.; THARALDSEN, J. et al. The prevalence and spatial clustering of *Neospora caninum* in dairy herds in Norway. **Veterinary Parasitology**. v.170, n.1-2, p.153-157, 2010.
- LYNEN, G.; ZEMAN, P.; BAKUNAME, C. et al. Cattle ticks of the genera *Rhipicephalus* and *Amblyomma* of economic importance in Tanzania: distribution assessed with GIS based on an extensive field survey. **Experimental applied acarology**. v.43, n.4, p.303-319, 2007.
- MALONE, J.B.; GOMMES, R.; HANSEN, J. et al. A geographic information system on the potential distribution and abundance of *Fasciola hepatica* and *F. gigantica* in east Africa based on Food and Agriculture Organization databases **Veterinary Parasitology**. v. 78, n. 2, p. 87-101, 1998.
- MARTINEZ, R.; VIDAURRE, M.; NAJERA, P. et al. "SIGEpi: Geographic Information System in Epidemiology and Public Health." **Epidemiological Bulletin**, v.22, n.3, 2001.
- MICHAEL, J.F.; DRAY, S.; DE LA ROCQUE, S. et al. Modelling bovine trypanosomiasis spatial distribution by GIS in an agro-pastoral zone of Burkina Faso. **Preventive Veterinary Medicine**. v.56, n.1, p.5-18, 2002.

- MORTARINO, M.; MUSELLA, V.; COSTA, V. et al. GIS modeling for canine dirofilariosis risk assessment in central Italy. **Geospatial Health**. v.2, n.2, p. 253-261, 2008.
- NORSTROM, M. Geographical Information System (GIS) as a Tool in Surveillance and Monitoring of Animal Diseases. **Acta Veterinaria Scandinavica**. v.42, n.1, p.79-85, 2001.
- OLIVEIRA; E. L. de. **Prevalência e fatores associados à distribuição da Fasciola hepatica linnaeus, 1758 em bovinos dos municípios de Careacú e Itajubá, região da bacia do rio Sapucaí - Minas Gerais**. 2008. 101f. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) - Programa de Pós-graduação em Parasitologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- RINALDI, L.; FUSCO, G.; MUSELLA, V. et al. Neospora caninum in pastured cattle: determination of climatic, environmental, farm management and individual animal risk factors using remote sensing and geographical information systems. **Veterinary Parasitology**. v.128, n.3-4, p.219-230, 2005.
- SILVA, A.E.P.; FREITAS, C.C.; DUTRA, L. V. et al. Distribuição da Fasciola hepatica bovina em Santa Catarina, Brasil, **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 2011, p. 8358.
- SIPE, N.G.; DALE, P. Challenges in using geographic information systems (GIS) to understand and control malaria in Indonesia. **Malaria Journal**. v.36, n.2, 2003.
- SIROKÝ, P.; KUBELOVÁ, M.; BEDNÁŘ, M. et al. The distribution and spreading pattern of Dermacentor reticulatus over its threshold area in the Czech Republic-How much is range of this vector expanding? **Veterinary Parasitology**. v.183, n.1-2, .p.130-135, 2011.
- SOUZA, F.S.; FONSECA, A.H.; PEREIRA, M.J.S. et al. Geoprocessamento aplicado à observação da sazonalidade das larvas da mosca Dermatobia hominis no município de Seropédica - RJ. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 59, n. 4, p. 889-894, 2007.
- THRUSFIELD, M. 2004. **Epidemiologia Veterinária**. 2. ed. São Paulo: Roca, 556p.
- TUM, S., PUOTINEN, M.L., COPEMAN, D.B. A geographic information systems model for mapping risk of fasciolosis in cattle and buffaloes in Cambodia. **Veterinary Parasitology**. v.122, n.2, p. 141-149, 2004.
- TUM, S.; PUOTINEN, M.L.; SKERRATT, L.F. et al. Validation of a geographic information system model for mapping the risk of fasciolosis in cattle and buffaloes in Cambodia. **Veterinary Parasitology**. v. 143, n.3-4, p.364-367, 2007.
- VASCONCELOS, C.H.; NOVO, E.M.L.M.; DONALÍSIO, M.R. Uso do sensoriamento remoto para estudar a influência de alterações ambientais na distribuição da malária na Amazônia brasileira. **Caderno de Saúde Pública**. v.22, n.3, p.517-526, 2006.
- XAVIER-DA-SILVA, J. (Ed). **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro. Bertraud Brasil, 2001. 228p.
- YILMA, J.M.; MALONE, J.B. A geographic information system forecast model for strategic control of fasciolosis in Ethiopia. **Veterinary Parasitology**. v. 78, p. 103-127, 1998.
- ZEMAN, P.; LYNEN, G. Evaluation of four modelling techniques to predict the potential distribution of ticks using indigenous cattle infestations as calibration data. **Experimental and Applied Acarology**. v.39, n.2, p.163-167, 2006.



Capítulo 6- Interação nutrição e reprodução em touros: aspectos relevantes

Jeanne Broch Siqueira¹
Leonardo Franco Martins²
Rogério Oliveira Pinho³
Thiago Vasconcelos Melo⁴

Introdução

O rebanho bovino brasileiro é constituído de 209,5 milhões de cabeças (IBGE, 2010), onde 80% do rebanho é zebuino ou azebuado. Segundo a ASBIA (Associação Brasileira de Inseminação Artificial) foram vendidas 11.906.763 milhões de doses de sêmen no ano de 2011, sendo 7.011.641 milhões de doses de raças de corte e 4.895.122 milhões de doses de raças de leite. Assim, tendo uma evolução de 23.55% em relação ao ano de 2009, porém apenas de 6 a 7% das vacas aptas a reprodução são inseminadas no Brasil (CIGB, 2010).

Os touros no Brasil, em sua grande maioria, são mantidos sob regime de pastejo quando estão em estação de monta. A baixa disponibilidade e qualidade da matéria seca potencialmente digestível nas forrageiras durante os períodos de antes, durante e final do período de acasalamento pode ser um problema para touros em regime de cobertura natural. De acordo com Morrison (1959) e Meyer (1972) não existe um nutriente específico que esteja relacionado com a fertilidade dos reprodutores e sim o equilíbrio entre proteínas, minerais e vitaminas assegura o desenvolvimento e desempenho reprodutivo adequado.

Um aporte nutricional adequado é imprescindível para o touro poder expressar todo o seu potencial reprodutivo (BROWN, 1994). Nas condições de trópicos, a reprodução dos bovinos se mostra de forma satisfatória economicamente somente durante os períodos de maior oferta de forrageira. Normalmente a estação reprodutiva corresponde ao período de outubro (normalmente início das chuvas, na maioria dos estados brasileiros) a março. Conhecer todos os parâmetros que possam ser avaliados na classificação e na predição do potencial reprodutivo é fundamental para que se potencialize o uso de um reprodutor

¹ Professora no Departamento de Medicina Veterinária e no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias CCA/UFES, Alegre-ES, CEP 29.500-000 e-mail: jeanne.siqueira@ufes.br

² Professor do curso de Medicina Veterinária da Universidade Anhanguera Uniderp, Dourados/MS

³ Pós-doutorando. Bolsa Conhecimento Novo da FAPEMIG. Universidade Federal de Viçosa

⁴ Pós-doutorando. Bolsa DCR do Cnpq/FAPES. Universidade Federal do Espírito Santo

(GUIMARÃES et al., 2011). Desta forma, objetivou-se revisar os aspectos nutricionais que influenciam o desempenho reprodutivo de touros, com ênfase no aporte energético e proteico da dieta, que afetam o início da puberdade, libido, função testicular e taxas hormonais.

1. Controle neuroendócrino da função reprodutiva do touro

O controle endócrino da função testicular está relacionado com a liberação dos hormônios hipotalâmicos e hipofisários, e um sistema de retroalimentação onde os hormônios gonadais atuam regulando todo o eixo hipotalâmico-hipofisário gonadal.

O hipotálamo secreta um polipeptídico chamado hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) que estimula a secreção do hormônio lutinizante (LH) e do hormônio folículo estimulante (FSH) pela adenohipófise. O LH estimula as células intersticiais de Leydig a produzir andrógenos, principalmente a testosterona. Os andrógenos são secretados para dentro da corrente circulatória, onde provocam o desenvolvimento das características sexuais secundárias do macho e o desenvolvimento e manutenção do trato reprodutivo masculino. Eles suprimem a secreção de GnRH, LH e FSH por retroalimentação negativa sobre a hipófise e o hipotálamo. A testosterona também é secretada dentro do túbulo seminífero, onde é necessária para a manutenção da espermatogênese. Resumidamente, o FSH atua nas células germinativas e nos túbulos seminíferos dos testículos, e o LH atua nas células de Leydig para a produção de andrógenos (HAFEZ, 2004).

2. Influência da nutrição na função reprodutiva de touros jovens

Segundo Perry et al. (2008), para um bom desenvolvimento do touro a dieta deve ter energia e teor de proteínas adequados, além de correta suplementação mineral. Pois dietas com teor de energia extremamente baixo pode retardar a puberdade e, potencialmente, diminuir a produção de espermatozoides. Além disso, os touros subnutridos quando jovens nunca irão se desenvolver de forma apropriada quando comparados aos touros que não sofreram restrições alimentares em seu desenvolvimento. (VANDEMARK et al. 1964).

De modo geral, touros imaturos sexualmente são mais susceptíveis às deficiências nutricionais e efeitos deletérios sobre a reprodução em comparação com touros adultos. Durante o período pré-púbere a carência de nutrientes geralmente leva a um retardo no desenvolvimento sexual, atraso no início da puberdade e alterações na espermatogênese (BROWN, 1994).

Provavelmente entre os processos reprodutivos, o mais importante é a idade da puberdade, por tratar-se da fase em que todo o trato reprodutivo sofre uma transformação estrutural em função de iniciar-se a produção dos espermatozoides, como também os níveis gonadais e circulatórios de andrógenos aumentam. A definição mais utilizada é a idade em que o animal apresenta um ejaculado com 10% de motilidade espermática e concentração espermática com no mínimo 50 milhões de espermatozoides. Touros zebuínos atingem a puberdade entre 10 a 19 meses de idade (GUIMARÃES, 1993), e o crescimento testicular não atinge o platô até os 30 meses de idade (TORRES-JÚNIOR e HENRY, 2005).

Diversos fatores de ambiente, tais como o manejo, nutrição, manejo sanitário, características climáticas, influenciam de forma marcante a idade à puberdade. Certamente, em condições de Brasil, o fator de maior impacto sobre a puberdade é a nutrição, onde os animais desde a desmama apresentam baixo índice de ganho de peso e desenvolvimento

somático (GUIMARÃES et al., 2011). É importante salientar que os principais motivos para o aparecimento tardio da puberdade nos rebanhos zebuínos nacionais são a sazonalidade da produção de forragens, o manejo deficiente de pastagens, e a inexistência de suplementação alimentar durante o período de crescimento desses animais.

Touros da raça Nelore que recebem suplementação alimentar durante a fase de recria possuem maior circunferência escrotal, níveis de testosterona e IGF-I (fator de crescimento semelhante a insulina que atua nos testículos), demonstrando uma inter-relação entre variáveis reprodutivas e fatores de ganho de peso (NOGUEIRA, 2004).

De maneira geral, animais alimentados inadequadamente, com baixa taxa de crescimento pós-desmama atingem a puberdade mais tarde que animais alimentados adequadamente e com taxas de crescimento satisfatórias. Esses animais tardios vão ter um desenvolvimento inadequado dos testículos, vesículas seminais, epidídimos, redução do volume do ejaculado e constituintes do plasma seminal (BROWN, 1994).

Após um tempo de aporte protéico inadequado a touros jovens, uma dieta adequada promove o retorno da função das glândulas acessórias, mas não aumenta a concentração espermática no ejaculado (BROWN, 1994). Isto pode ocorrer devido a danos irreversíveis no eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal durante a puberdade e início da maturidade sexual. Rekwot et al. (1997) analisando a concentração de testosterona e o espermiograma de animais pré-pubescentes (aos 7, 10, 14 e 18 meses de idade) alimentados com dois níveis de proteína (alto e baixo) relataram que os animais alimentados com alto conteúdo protéico na dieta foi superior na circunferência escrotal, escore corporal e concentração espermática no ejaculado. Entretanto os autores não encontraram diferenças entre os grupos na motilidade espermática e defeitos espermáticos totais.

Rekwot et al. (1988) restringindo a proteína bruta em dietas isocalóricas e restringindo a energia em dietas isonitrogenadas encontraram os mesmos efeitos deletérios no desenvolvimento testicular. Coulter et al. (1997) ao estudarem dois níveis de energia da dieta de touros jovens, moderado (100% forragem) e alto (80% forragem e 20% grãos), durante 168 dias logo após a desmama, relataram que o grupo alimentado com alta energia teve maior ganho de peso e circunferência escrotal, mas teve menor motilidade espermática e maior número de defeitos espermáticos totais no ejaculado. Os autores sugerem que isto ocorreu devido à deposição de gordura no escroto e plexo pampiniforme, alterando a termoregulação testicular.

Os processos fisiológicos que medeiam esses efeitos continuam pouco entendidos. Mudanças pouco consistentes na secreção de LH devido ao aporte nutricional têm sido documentadas, mas na concentração de testosterona é maior em animais suplementados (NOLAN et al., 1990).

Em fêmeas bovinas a ocorrência da puberdade parece estar associada com um aumento na frequência e na amplitude de pulsos de LH. A maior ingestão de energia aumenta a pulsatilidade da secreção de LH, o que está associado ao aparecimento mais precoce da puberdade (SCHILLO, 1992). A maior ingestão de alimento aumenta a concentração de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen. Um desses AGV, o ácido propiônico, é capaz de estimular a secreção de insulina, além de ser o principal precursor de glicose em ruminantes. A situação metabólica favorável em animais com maior consumo de energia aumenta os níveis de glicose, insulina e IGF-I, estimulando a secreção de GnRH, o que por sua vez aumenta a síntese e liberação de LH (SCHILLO, 1992).

Em relação à libido, a nutrição pré-puberal foi estudada por alguns autores, mas os resultados são conflitantes. Shalash (1976), citados por Brown (1994), reportou que a libido foi melhor nos animais que foram alimentados com um nível energético moderado, comparando com um nível alto de energia. Em outro experimento Mwansa e Makarechian (1991) relataram que o nível de energia fornecido após a desmama não influencia a libido de touros jovens. Chase et al. (1990) relataram que mais importante que o nível energético

da dieta é a raça dos animais, onde os touros da raça Angus foram melhores que os outros da raça Senepol.

A perda de peso de touros jovens durante a estação de monta é devido a vários motivos: baixo escore corporal pré-estação, excessiva relação touro:vaca, e aporte inadequado de nutrientes, principalmente durante o início da estação, onde o número de fêmeas a ser coberta é maior. A perda de peso é um indicativo de estresse fisiológico e aporte nutricional inadequado, afinal esses animais ainda estão em fase de crescimento (ELLIS et al., 2005).

A desnutrição exerce um efeito deletério sobre o sistema reprodutivo masculino. Assim, a adequada nutrição é essencial na produção de espermatozoides, porém a exigência de nutrientes para a espermatogênese é muito difícil de determinar (GIRDHAR, 2003).

3. Influência da nutrição na função reprodutiva de touros adultos

A sazonalidade reprodutiva de touros zebuínos adultos sob regime de pastejo está mais relacionada com a oferta de alimentos do que com o fotoperíodo e condições climáticas, onde as mudanças no escore corporal influenciam diretamente a circunferência escrotal de touros criados nos trópicos sob regime de pastejo (CHACÓN et al., 2002). Estes autores relataram que a cada unidade de escore corporal a circunferência escrotal aumenta em 0,7 cm, mas não encontraram diferenças nos aspectos físicos e morfológicos do sêmen entre a época seca e chuvosa. Os autores sugerem que houve influência da estação de monta nos resultados de motilidade espermática e defeitos espermáticos, onde animais eram coletados durante a estação de monta e outros estavam sob repouso sexual fora da estação de monta. O repouso sexual diminui a motilidade espermática e aumenta os defeitos espermáticos no ejaculado por envelhecimento dos espermatozoides no epidídimo (BARTH e OKO, 1989).

A deficiência da proteína na dieta decresce a atividade sexual e a qualidade seminal. Entretanto, um excesso de proteína não melhora esse perfil, podendo até afetá-lo negativamente. Um regime de ingestão intensa de proteína pode provocar acidose metabólica afetando decisivamente as células espermáticas e, portanto, a produção de sêmen (CASTRO, 2002). Ainda, segundo esse autor, 13% de proteína no concentrado garante saúde, bom metabolismo, produtividade e qualidade de sêmen adequada, porém, o uso desse sistema de alimentação em touros zebuínos tem causado redução de metabolismo com excesso de gordura, problemas locomotores e diminuição da qualidade do sêmen.

Alimentando touros adultos com uma dieta com baixo aporte de proteína durante 1 ano, resultou em testículos e epidídimos menores que o grupo controle, e diminuição da reserva gonadal e extragonadal de espermatozoides (Laszcza et al., 1969; citados por BROWN, 1994).

Segundo Perry et al. (2008) altos níveis de energia na dieta podem aumentar o peso, altura e circunferência escrotal sem afetar a puberdade ou o primeiro acasalamento, indicando que a nutrição pode afetar o desenvolvimento do tourinho sem afetar o desenvolvimento sexual. No entanto, de acordo com Girdhar (2003), dados sobre os efeitos da nutrição no desenvolvimento reprodutivo e qualidade do sêmen de touros zebuínos e seus cruzamentos com outras raças exóticas são limitados.

Os órgãos reprodutivos dos touros adultos são mais resistentes às mudanças no aporte energético e protéico da dieta que os touros imaturos sexualmente. De maneira geral, a grande maioria das ações deletérias do aporte inadequado na função reprodutiva em touros é temporária, mas a severidade pode ser desde uma pequena variação nos aspectos físicos e morfológicos do sêmen até alterações de libido e infertilidade. Estas

ações deletérias dependem do grau e duração da subnutrição ou supernutrição, mas na maioria das vezes a função reprodutiva retorna ao normal ou próximo ao normal, quando os animais voltam à dieta padrão. Normalmente a subnutrição não afeta a libido dos animais, apenas se for de forma extrema ou por grandes períodos (BROWN, 1994).

4. Efeitos do excesso de nutrientes na função reprodutiva de touros

Enquanto o efeito negativo da subnutrição é óbvio, a superalimentação de touros também tem efeitos negativos sobre o desempenho reprodutivo. Segundo Walker et al. (2009) a superalimentação aumenta a deposição de gordura de cobertura no escroto, que aliada a altas temperaturas podem reduzir a produção e qualidade dos espermatozoides armazenados, além disso o excesso de gordura também aumenta o estresse do animal e limita a sua capacidade de reconhecer as vacas no cio.

O decréscimo na fertilidade em touros com aporte excessivo de nutrientes é devido à deposição de gordura no escroto e plexo pampiniforme, alterando a termoregulação testicular. Touros alimentados com dietas com alta energia por grandes períodos (o que é comum em animais de exposição e de central de inseminação) além deste depósito de gordura, também liberam hormônios do estresse (que vão atuar negativamente na liberação de GnRH pelo hipotálamo) devido seu peso exagerado forçar os pés e as pernas, provocando dores (FIELDS e SAND, 1994).

Considerações finais

A alimentação equilibrada pode levar à antecipação da puberdade, mesmo em animais zebuínos, que são considerados tardios, ou seja, o animal inicia a produção de sêmen de qualidade satisfatória antes da idade-padrão, o que é de grande interesse para melhoria da taxa de desfrute dos rebanhos brasileiros.

O efeito de uma deficiência ou mesmo de um excesso alimentar é observado com o tempo. É necessário que essa situação exista por um longo período, por exemplo, durante toda a fase de crescimento. Desta forma, podem surgir alterações na estrutura do aparelho reprodutor e, conseqüentemente, do sêmen.

A nutrição, antes da estação de monta, é importante na maximização da utilização de touros, devido à tendência do animal perder peso nesta fase. É importante que o animal esteja com escore corporal adequado antes da estação de monta. Isto é particularmente importante em touros em jovens, pois eles ainda estão em crescimento. No caso de touros adultos, a nutrição deve ser baseada no escore corporal suplementando animais para a recuperação da condição corporal.

Durante a estação de monta o desempenho do touro também é influenciado pela capacidade do pasto em fornecer os níveis de proteína e energia adequados, o que é de grande impacto na fertilidade de fêmeas.

Ao final da estação de monta, touros com adequados escores corporais podem ser mantidos sob regime de pastejo (com um pasto corretamente manejado), e touros com escores corporais inadequados e animais jovens devem ser suplementados de acordo com as suas exigências nutricionais para a recuperação da condição corporal e crescimento no caso de touros jovens.

Referências Bibliográficas

- ASBIA, 2005.: www.asbia.org.br/mercado/relatório-asbia2004
- BARTH, A.D.; OKO, R.J. **Abnormal morphology of bovine spermatozoa**. Ames, Iowa: Iowa State University, 1989. p. 285.
- BROWN, B. W. A review of nutritional influences on reproduction in boars, bulls and rams. **Reprod. Nutr. Dev.** 34:89-114, 1994.
- CASTRO, E.L.C. **Efeitos da suplementação proteica e energética sobre as características seminais de touros zebuínos (*Bos taurus indicus*)**. 2002. 55f. Dissertação (Mestrado em medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista, 2002.
- CHACÓN, J.; PÉREZ, E.; RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ. Seasonal variations in testicular consistency, scrotal circumference and spermiogramme parameters of extensively reared Brahman (*Bos indicus*) bulls in the tropics. **Theriogenology** 58:41-50, 2002.
- CHASE, C.C.Jr; CHENOWETH, P.J.; LARSEN, R.E.; HAMMOND, A.C.; OLSON, T.A.; WEST, R.L.; JOHNSON, D.D. Growth, puberty, and carcass characteristics of Brahman, Senepol, and tuli-sired F1 Angus bulls. **J. Anim. Sci.** 79:2006-2015, 2001.
- CENTRO DE INTELIGENCIA EM GENÉTICA BOVINA – CIGB 2010. Disponível em <http://www.cigeneticabovina.com.br/index.php?ref=04&id=29>. Acesso em 11/07/2012.
- COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL-CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 2.ed. Belo Horizonte, 1998. 49 p.
- COULTER, G.H.; COOK, R.B.; KASTELIC, J.P. Effects of dietary energy on scrotal surface temperature, seminal quality, and sperm production in young beef bulls. **J. Anim. Sci.** 75:1048-1052, 1997.
- ELLIS, R.W.; RUPP, G.P.; CHENOWETH, P.J.; CUNDIFF, L.V.; LUNSTRA, D.D. Fertility of yearling beef bulls during mating. **Theriogenology** 64:657-678, 2005.
- FIELDS, M.J.; SAND, R.S. **Factors affecting calf crop**. 1ª ed. London: CRC, 1994. p. 395.
- GIRDHAR, N. Influence of nutrition and season on breeding values of bull - A Review. **Agric. Rev.**, 24 (1) : 75" 78, 2003
- GUIMARÃES J.D. **Puberdade e maturidade sexual em touros de da raça Gir, criados em condições em condições semi-extensivas**. Escola de Veterinária – UFMG. Belo Horizonte. 1993. 85 p.
- GUIMARÃES, J.D.; GUIMARÃES, S.E.F.; SIQUEIRA, J.B.; PINHO, R.O.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, M.R.; BORGES, J.C. Seleção e manejo reprodutivo de touros zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, p.379-388, 2011.
- HAFEZ, E.S.E. **Reprodução animal**. 7.ed. São Paulo: Manole, 2004. p. 513.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 11/07/2012.
- MAWANSA, P.B.; MAKARECHIAN, M. The effect of postweaning level of dietary energy on sex drive and semen quality of young beef bulls. **Theriogenology** 35:1169-1178, 1991.
- MEYER, H. Fütterung und Reproduktionsleistung von Jung-und Deckbullen. Bayer Landwirtsch. Jahrb., 49 (3):357-78, 1972.
- MORRISON, F.B. Feeds and feeding. Ithaca, Morrison 1959. 69p.
- NOGUEIRA, G.P. Puberty in South América *Bos indicus* (Zebu) cattle. **Anim. Reprod, Sci.** 82:361-372, 2004.
- NOLAN, C.J.; NEUENDORFF, D.A.; GODFREY, R.W.; et al. Influence of dietary energy intake on prepubertal development of Brahman bulls. **J. Anim. Sci.** 68:1087-1096, 1990.

- PERRY, G.; WALKER, J.; DALY, R. Reproductive Fertility in Herd Bulls. **Animal and Range Sciences**. June 2008.
- REKWOT, P.I., OYEDIPE, E.O.; AKEREJOLA, O.O.; KUMI-DIAKA, J. The effect of protein intake on body weight, scrotal circumference and semen production of Bunaji bulls and their Friesian crosses in Nigeria. **Anim. Reprod, Sci.** 16:1-9, 1988.
- REKWOT, P.I.; OYDIPE, E.O.; DAWUDA, P.M.; SEKONI, V.O. Age and hourly related changes of serum testosterone and spermiogram of prepubertal bulls fed two levels of nutrition. **Vet. J.** 153: 341-347, 1997.
- SCHILLO, K.K. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. **J. Anim. Sci.** 70:1271-1282, 1992.
- TORRES-JÚNIOR, J. R. S.; HENRY, M. Sexual development of Guzerat (*Bos taurus indicus*) bulls raised in a tropical region. **Anim. Reprod.** v. 2, n. 2, p. 114-121, 2005.
- VANDEMARK, N.L., AND R.E. MAUGER. 1964. Effect of energy intake on reproductive performance of dairy bulls. I. Growth, reproductive organs, and puberty. **J. Dairy Sci.** 47:798–802.



Capítulo 7 - Minerais para poedeiras comerciais

Felipe Barreto Petrucci¹
Bruno Andreatta Scottá²
José Geraldo de Vargas Junior³

Introdução

Os primeiros estudos acerca do balanceamento de dietas para animais tiveram início por volta do século XIX, antes mesmo de se conhecer a natureza das substâncias orgânicas do alimento. Somente na década de 40, porém, iniciaram-se os estudos sobre a nutrição de aves com a criação, nos Estados Unidos, de uma comissão de nutrição animal, o *National Research Council* (NRC), pela academia nacional de ciências americana.

Desde aquela época várias pesquisas vem sendo conduzidas com o objetivo de estimar as necessidades nutricionais dos animais. Porém, mesmo com a grande evolução genética alcançada nas aves modernas, alguns resultados de pesquisas realizadas a 40 anos ainda são utilizadas devido ao grande número de fatores envolvidos na obtenção destes dados (Bertechini, 2006). Isto é mais evidente quando existem poucas informações sobre a recomendação para determinada espécie, fazendo com que seja necessário utilizar dados de espécies semelhantes, não refletindo desta forma a necessidade do animal.

Geraldo et al. (2006a) afirmam que devido ao desenvolvimento genético dos últimos anos, aspectos fisiológicos importantes nas aves são alterados. Portanto é necessário o desenvolvimento de novas pesquisas para equacioná-los. De maneira semelhante, deve-se levar em consideração qual marca comercial será utilizada, uma vez que existem variabilidades genéticas entre estas, dificultando a definição de um mesmo padrão nutricional que atenda a todas. Somado a este fato, em poedeiras na fase de produção, as necessidades diárias de um nutriente variam segundo a idade da ave, temperatura ambiente, taxa de postura, tamanho dos ovos, o próprio peso da ave, entre outros.

O ovo caracteriza-se por ser alimento de elevado valor nutritivo, com proteína de alto valor biológico, que já vem naturalmente embalado e, portanto, a casca tem grande importância na qualidade do ovo sob o ponto de vista de conservação do seu valor nutritivo e comercialização (Murakami et al., 2003). A casca do ovo é formada por cerca de 95% de minerais como o carbonato de cálcio e o carbonato de magnésio (Cotta, 2002). Assim, na avicultura de postura os minerais são de extrema importância na dieta uma vez que a

¹ Zootecnista, estudante de mestrado PPGCV, UFES, Alegre ES

² Zootecnista, estudante de doutorado em Zootecnia - UFV, Viçosa MG

³ Professor do DZO/CCA/UFES, Alegre

deficiência, excesso e/ou desbalanço destes na mesma influenciará negativamente não somente o desempenho produtivo das aves mas também a qualidade do produto, o ovo.

1. Função e classificação dos minerais

Os minerais são compostos de natureza inorgânica que constituem parte importante no organismo animal e desempenham numerosas funções metabólicas participando de processos digestivos, reprodutivos, imunológicos, de contração muscular, de reprodução e etc. Estes constituem cerca de 3 a 4% do peso vivo das aves, sendo fundamentais na formação do esqueleto e da casca dos ovos. Segundo Bertechini (2006), entre as principais funções dos minerais no organismo pode-se destacar a participação destes na formação do tecido conectivo, na manutenção da homeostase dos fluídos orgânicos, na manutenção do equilíbrio da membrana celular, na ativação de sistemas enzimáticos, no efeito direto ou indireto que estes exercem sobre as glândulas endócrinas, nos efeitos sobre a microflora simbiótica do trato gastrointestinal e na participação do processo de absorção e transporte dos nutrientes no organismo.

Estes compostos podem ser classificados em macrominerais (cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio, magnésio e enxofre) e microminerais, também conhecidos como minerais traços (ferro, zinco, manganês, cobre, selênio, iodo, cobalto, cromo, níquel, molibdênio, flúor, estanho, sílica, vanádio e arsênico) de acordo com as suas necessidades no organismo do animal. Independente da classificação, o aporte adequado de minerais é indispensável para a melhoria da qualidade interna e externa dos ovos de poedeiras comerciais e, o estudo dos fatores que interferem na absorção e metabolização desses minerais é fundamental e deve ser constante, de forma a evitar deficiências e excessos que, além de comprometer o desempenho, podem aumentar a contaminação ambiental.

As exigências nutricionais de cálcio, fósforo e outros macrominerais são bastante conhecidas assim como o processo de absorção de alguns destes, como o cálcio, sódio, potássio e cloro. Já as informações sobre as necessidades dos microminerais, assim como os processos que envolvem a absorção dos macrominerais restantes, com suas respectivas funções, interações e ações sobre sistema imune, são escassas e controversas.

2. Minerais

2.1. Cálcio

O cálcio é um dos minerais mais estudados para poedeiras e, está intimamente relacionado com o fósforo no metabolismo animal. Segundo Pelicia et al. (2009), o estabelecimento níveis adequados de cálcio e fósforo tem sido um desafio devido aos contínuos avanços na capacidade produtiva das aves em função do melhoramento genético.

Este mineral atua essencialmente na formação dos ossos e da casca dos ovos. Cerca de 99% do cálcio do corpo, está presente nos ossos, e o restante deste elemento está distribuído nos tecidos moles desempenhando funções específicas.

O nível de cálcio corporal é controlado pela ação do paratormônio e da calcitonina. Assim, quando os níveis plasmáticos de cálcio são reduzidos, o paratormônio atua aumentando a reabsorção renal de cálcio e de fósforo. Tem ação também no estímulo a mobilização óssea (ativação de osteoclastos) e na absorção de cálcio a nível intestinal. Esta absorção em nível de intestino se dá pela ativação da vitamina D que age no enterócito estimulando a síntese de proteínas ligadoras de cálcio que são responsáveis pela absorção do mesmo.

Por outro lado, quando os níveis de cálcio no organismo estão aumentados, a calcitonina atua em *feedback* negativo ao paratormônio, ou seja, aumentando a eliminação de cálcio e fósforo pelos rins, estimulando a sedimentação óssea (ativação de osteoblastos) e a desativação da vitamina D nos enterócitos (Bertechini, 1998).

A absorção intestinal de cálcio, por meio de proteínas é conhecida como saturável ou transcelular. No entanto, existe ainda, em menor escala, a forma não saturável ou paracelular, que independe da ação de proteínas transportadoras e ocorre através dos espaços existentes entre os enterócitos, garantindo um mínimo de cálcio para o organismo animal.

O osso é um tecido vivo, irrigado e que está em processo constante de reabsorção e sedimentação. Assim, toda vez que a concentração do cálcio sanguíneo diminuir, ele rapidamente será removido do osso para que o nível sanguíneo volte ao normal (Vargas Jr et al., 2004a). Em aves jovens existe um melhor equilíbrio de sedimentação devido à formação dos ossos (crescimento), enquanto que nas aves adultas existe tendência de remoção óssea para atender a função produtiva, que no caso de poedeiras é a produção de ovos.

Caso o nível de cálcio da dieta fique muito abaixo da necessidade do animal, as aves terão seu desempenho comprometido. Os principais sintomas da deficiência de cálcio são o crescimento retardado, deformações ósseas, redução da produção de ovos, produção de ovos de casca fina, ovos sem casca e ovos deformados. Almeida Paz et al. (2009) ao trabalhar com poedeiras semipesadas verificou que a qualidade das cascas de ovos das poedeiras alimentadas com níveis baixos de cálcio foram negativamente afetadas. Isto pode ocorrer principalmente durante a fase de postura, quando grande demanda de cálcio é necessária, ultrapassando o limite do qual o organismo consegue manter a calcemia necessária às funções vitais. Segundo Pelicia et al. (2011) dietas desbalanceadas podem influenciar a capacidade das poedeiras em manter a sua integridade óssea durante a postura, uma vez que os ossos serão utilizados no fornecimento de cálcio para atender a produção de ovos e manutenção, particularmente quando as aves ainda estão em crescimento. Leeson e Summes (2001) observaram que a ingestão de cálcio aumenta vagarosamente antes da primeira oviposição, em razão da alta exigência de cálcio para o desenvolvimento do osso medular.

Em poedeiras no início de postura, quando a demanda de cálcio é alta e, devido à problemas diversos, que pode vir a ocasionar níveis de cálcio insuficiente para o aumento rápido da produção de ovos, comum nesta fase de vida, a ave pode apresentar balanço negativo de cálcio, que é caracterizado por redução da capacidade da ave em manter-se em pé, ocasionando a chamada síndrome da ave engaiolada. Devido às características dos ossos das aves serem esponjosos, este osso dificilmente conseguirá ser recuperado, ocasionando a necessidade de descarte do animal, causando prejuízo significativo para o plantel produtivo, devido ao custo de formação da poedeira. Em codornas, esse problema é mais difícil de ser observado, uma vez que este tipo de ave, possui capacidade relativa de consumo maior e ovos de casca mais fina.

2.1.1. Necessidades de cálcio para poedeiras

A fase de crescimento das poedeiras subdivide-se em outras duas fases, cria e recria, que possuem características distintas e baseiam-se em alterações determinantes na formação da estrutura corporal. Assim, qualquer mudança no ritmo de crescimento destas aves, durante as fases de cria e recria, pode acarretar efeito sobre a produtividade na fase de produção de ovos (Vargas Jr. et al., 2003). Segundo estes autores, na fase de 0 a 6 semanas de idade, as exigências estimadas de cálcio para aves leves são de 0,937% e para

aves semipesadas, 0,961%. Estes resultados são semelhantes aos de Rostagno et al. (2005) que recomendam níveis bem próximos a estes, 0,94% para aves leves e semipesadas. Níveis estes superiores aos recomendados pelo NRC (1994) para esta mesma fase (0,90% de cálcio para aves leves e semipesadas).

Já para a fase de 7 a 12 semanas, Vargas Jr. et al. (2004b) estimaram a exigência de cálcio para poedeiras leves em 0,834% e para poedeiras semipesadas em 0,815%. Níveis estes bastante semelhantes aos sugeridos por Rostagno et al. (2005), que estimam as necessidade de cálcio para aves leves e semipesadas em 0,832 e 0,815%.

As poedeiras principalmente na fase de pré-postura e postura têm sua necessidade de cálcio aumentada devido à formação da casca do ovo. Considerando um ovo de peso médio de 55 g, ele possuirá em torno de 10% do seu peso em casca (5,5 g). Este valor percentual pode variar entre 8,5 e 12%. Variações estas devido principalmente ao avançar da idade do animal, uma vez que à medida que o animal cresce, maiores tamanhos de ovos são produzidos, sem que haja aumento proporcional do tamanho da casca. De maneira semelhante, tendo a casca 93,5% de carbonato de cálcio (CaCO_3) (Cotta, 2002) e este cálcio participando com 40% do peso molecular, tem-se aproximadamente 37,4% de cálcio na casca de ovo, ou seja, uma casca com 5,5 g, possuirá 2,06 g de cálcio puro. Desta forma, observa-se alta necessidade de cálcio para a deposição de casca. Considerando outras funções fisiológicas do cálcio, bem como as perdas durante a digestão absorção e excreção, é encontrado que a necessidade é muito maior do que a necessária para a formação da casca.

Leeson e Summers (1997) relatam que há utilização normal de cálcio dos ossos medulares para a formação dos ovos e, isso resulta em uma perda súbita de pelo menos 2 g de cálcio corporal. Assim, é necessária uma reserva de cálcio nos ossos antes do início do período de produção. Do mesmo modo Pelicia et al. (2011) afirmam que as reservas iniciais de cálcio das aves em postura podem ser comprometidas se a dieta não estiver balanceada corretamente afetando, conseqüentemente, a produção de ovos.

Nunes et al. (2006) estudando o efeito do teor de cálcio para poedeiras semipesadas durante a fase de pré-postura e no início da postura, observaram que os níveis de cálcio estudados (0,6 a 2,4%) nas rações de pré-postura não afetaram a qualidade interna e externa dos ovos no início da produção recomendando, assim, 0,6% de cálcio na dieta. Já Vargas Jr. et al. (2004a), ao trabalharem com poedeiras semipesadas de 13 a 20 semanas de idade observaram que o nível de 0,782% de cálcio na dieta maximizou os parâmetros produtivos, valores estes semelhantes ao sugerido por Rostagno et al. (2005) que foi de 0,78%.

Na fase de cria e recria Geraldo et al. (2006a), trabalhando com poedeiras leves, observaram que dietas suplementadas com 500 FTU's de fitase e 0,6% de cálcio, também não afetaram a qualidade externa e interna dos ovos na fase de postura. Entretanto, é difícil estudar as exigências de cálcio no período de pré-postura, devido principalmente à dificuldade de determinação do início da maturidade sexual (Vargas Jr. et al., 2004a), que corresponde a fase de fechamento das epífises ósseas.

De acordo com Leeson e Summers, (1997) e Vargas Jr. et al., (2004b) as poedeiras são capazes de ajustar a ingestão de cálcio necessária para a formação da casca dos ovos e outro processos. Porém excesso de ingestão de cálcio pode não ser positivo, pois pode comprometer o consumo de ração e a produção de ovos (Albano Jr. et al., 2000) além de interferir na disponibilidade de outros minerais, como o fósforo, magnésio, manganês e zinco (Geraldo, 2006b). Por outro lado, Costa et al., (2008) observaram que rações com níveis altos de cálcio podem afetar de forma benéfica a qualidade da casca.

Ao trabalharem com níveis de cálcio e granulometria de calcário para poedeiras leves de 25 semanas de idade Araújo et al. (2011) verificaram que a adição de 4,12% de cálcio juntamente com calcário grosseiro (1,00 mm) melhorou o desempenho das poedeiras

sem afetar a qualidade dos ossos ou ovos. Níveis esses, próximos aos recomendados por Rostagno et al. (2005) (4,02% de cálcio). Segundo Bertechini (2006), calcários de granulometria grosseira são retidos por maior tempo na moela das aves e, no caso de poedeiras, a presença de calcário na moela à noite, significa importante aporte de cálcio para a formação final da casca, que ocorre no início da madrugada. Pelicia et al. (2011) trabalhando com poedeiras semipesadas de 23 semanas de idade não verificaram diferenças quanto ao uso de calcário grosseiro. No entanto, observaram que o nível de 3,75% de cálcio a partir do calcário de granulometria fina (0,18 mm) foi suficiente para maximizar a produção. O efeito da granulometria sobre o desempenho e a qualidade de casca também não foi observado por Faria et al. (2000a) quando estes trabalharam com poedeiras leves suplementadas com farinhas de casca de ostras de granulometria grosseira.

No Brasil, a prática da muda forçada tem sido muito utilizada por avicultores com o intuito de prolongar a vida produtiva das poedeiras comerciais submetendo-as a mais um ciclo de postura. Entretanto, aves mais velhas tendem a produzir ovos maiores e com menor quantidade relativa de casca. Desta forma, ressalta-se a importância de estudar as exigências de cálcio nesta fase.

Albano Jr. et al. (2000), ao avaliarem 4 linhagens diferentes de poedeiras, no segundo ciclo de postura, com 74 semanas de idades observaram que o nível de 4% de cálcio na ração foi suficiente para maximizar as características qualitativas dos ovos. De maneira semelhante, Oliveira et al. (2002) estudando níveis de cálcio para poedeiras leves e semipesadas de 72 a 80 semanas de idade, concluíram que o nível de cálcio recomendado para o primeiro ciclo de produção, pode ser utilizado também para o segundo ciclo, sem afetar o desempenho dos animais e a qualidade dos ovos. Entretanto, Pelicia et al. (2009) verificaram que 4,5% de cálcio na dieta melhorou a conversão alimentar por dúzia de ovos além de melhorar a qualidade da casca de ovos de poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção.

2.2. Fósforo

O fósforo é um mineral presente em todas as partes do corpo. No entanto, 80% da quantidade presente, encontram-se nos ossos. Pode ser encontrado na forma de compostos orgânicos, como os fosfolípidios, além de participar da maioria das reações do metabolismo energético, no metabolismo de carboidratos, aminoácidos e gorduras, na formação das lipoproteínas, no equilíbrio ácido base do sangue e na estrutura de ácidos nucléicos.

Deficiências deste mineral costumam causar perda de apetite, fragilidade óssea, osteomalácea, crescimento retardado, má formação da casca do ovo (ovos deformados, trincados, casca fina) e nódulos na junção costela vértebra. Em deficiências severas pode levar à morte. Esta deficiência também pode ocorrer devido ao desequilíbrio na relação entre cálcio e fósforo. Segundo Vargas Jr. et al. (2003), na fase de cria, tanto dietas com excesso como dietas deficientes em fósforo são prejudiciais ao desempenho das aves. Estes autores estimaram as exigências nutricionais de fósforo disponível em 0,42% para aves leves e 0,423% para aves semipesadas na fase de 0 a 6 semanas de idade, concordando com as exigências nutricionais estimadas encontradas pelo NRC (1994) e por Rostagno et al. (2005).

Quando em excesso, o cálcio pode levar a redução da absorção do fósforo, devido à formação de fosfatos insolúveis no intestino delgado. Dessa forma, a absorção do cálcio não depende do nível de fósforo da dieta, mas, a absorção do fósforo é dependente do cálcio. Por outro lado, é comum encontrarmos recomendações de Ca: P de 2:1. Para poedeiras na fase de produção de ovos, esta relação não é totalmente válida, uma vez que a

necessidade cálcio para a formação da casca do ovo esta bastante aumentada. Assim é comum encontrarmos, em rações para poedeiras, relações Ca: P de até 11:1 para a fase de produção de ovos e de 2,5:1 para a fase de crescimento. Vargas Jr. et al. (2003) ao trabalharem com poedeiras leves e semipesadas na fase de 0 a 6 semanas de idade verificaram que, ao contrario das poedeiras leves, as poedeiras semipesadas alimentadas com relações de Ca:P menor que 2:1 conseguiram assimilar nos osso essa maior quantidade de fósforo, característica essa atribuída ao ritmo de crescimento mais acentuado em aves semipesadas.

Para as fases de 7 a 12 semanas de idade de poedeiras leves e semipesadas, Vargas Jr. et al. (2004b), estimaram as exigências de fósforo disponível em 0,411% para aves leves e 0,361% para aves semipesadas. Estes níveis são semelhantes aos recomendados pelo NRC (1994) para animais semipesados, porém as recomendações para animais leves são superiores aos recomendados por Rostagno et al. (2005).

Na fase de 13 a 20 semanas, Vargas Jr. et al. (2004a), estimaram as exigências de fósforo disponível em 0,27% para aves leves e 0,311% para aves semipesadas, valores próximos aos fornecidos pelo NRC (1994) para a fase de 12 a 18 semanas que foram 0,3% de fósforo disponível tanto para animais leves quanto semipesados.

Na fase de postura, Araújo et al. (2010), estudando níveis de fósforo para poedeiras semipesadas de 24 a 58 semanas, concluíram que, independente da granulometria do fosfato utilizado no estudo, o menor nível de fósforo disponível estudado, 0,28%, foi suficiente para atender as necessidades nutricionais dos animais. Estes resultados concordam com os níveis preconizados pelo NRC (1994) (0,25%) já que menores níveis, que não foram estudados, também poderiam atender as exigências de fósforo nos animais. Por outro lado, as exigências estimadas por Rostagno et al. (2005) são bem superiores (0,375% de fósforo disponível para a fase de postura) às encontradas pelos autores.

Já para o segundo ciclo de postura, Pelicia et al. (2009) trabalhando com poedeira pesadas de 90 a 108 semanas de idades verificaram que o nível de 0,25% de fósforo disponível é suficiente para manter o desempenho das aves e a qualidade da casca dos ovos. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Faria et al. (2000b), que verificaram que o nível de 0,24% de fósforo disponível na dieta de poedeiras leves no segundo ciclo de postura proporcionou taxas normais de produção, atendendo aos requisitos nutricionais dos animais.

2.3. Sódio

O sódio é o principal cátion do líquido extracelular e sua maior concentração se encontra nestes fluídos, porém pequena quantidade também é encontrada no esqueleto na forma insolúvel. Possui como funções principais, a regulação do volume dos fluidos corporais, relações osmóticas, contração muscular, absorção e transporte de nutrientes para as células.

Dos íons que atuam osmoticamente no líquido extracelular, o sódio corresponde por mais de 90% do total, portanto, alterações na pressão osmótica dependem muito mais da concentração de sódio do que de outros íons, sendo assim, deficiências de sódio causam alterações significativas na pressão osmótica.

O sódio é prontamente absorvido na forma iônica e circula por todo o corpo, para atuar nas suas diferentes funções. Sua excreção ocorre principalmente através dos rins, como cloreto ou fosfato de sódio. Perdas de sódio também ocorrem em animais alimentados com níveis altos de proteína ou relações precárias entre aminoácidos, uma vez que o sódio juntamente com o potássio atua no processo de excreção de nitrogênio.

Os principais sintomas da deficiência em poedeiras são inapetência, redução da taxa de crescimento, apetite depravado e canibalismo. Segundo Hooge (1999) o fornecimento excessivo de sódio eleva o consumo de água e conseqüentemente a umidade das fezes. Ao mesmo tempo, deficiências de sódio ou o gasto aumentado de sódio para outras funções metabólicas, pode fazer com que haja desequilíbrio da relação entre íons e, conseqüentemente ocorrerá o aparecimento de ovos com problemas de formação de casca.

As diferentes recomendações de sódio para poedeiras podem ser atribuídas à utilização de aves de diferentes linhagens ou idades, condições ambientais variadas e efeito nutricional dos demais componentes da dieta (Murakami et al., 2003). Leeson e Summers (2001) observaram que em níveis acima de 0,5% de sódio começam a aparecer sinais de toxidez.

Murakami et al. (2003) ao avaliarem níveis de sódio para poedeiras, concluíram que o nível de 0,12% de sódio foi suficiente para proporcionar bom desempenho e boa qualidade externa dos ovos de poedeiras no primeiro ciclo de postura. Já no segundo ciclo, estes mesmos autores verificaram que o melhor nível de sódio foi 0,13%. Essa pequena variação entre os níveis observados para as diferentes idades das aves, foram também observadas por Fassani et al. (2002), ao avaliarem parâmetros de desempenho e de características de ovos para aves de diferentes fases de vida.

Rodrigues et al. (2004) trabalhando com poedeiras leves no segundo ciclo de postura, verificaram que teores de 0,15% de sódio, são suficientes para atender as demandas nutricionais das aves. Porém maior espessura da casca foi obtida no nível de 0,25%. Por outro lado, Faria et al. (2000b) verificaram que níveis de sódio acima de 0,16% não se mostraram vantajosos para as características de qualidade de casca dos ovos de poedeiras leves no segundo ciclo de postura.

Já para poedeiras semipesadas, Ribeiro et al. (2008) sugerem 0,22% de sódio para poedeiras no final do primeiro ciclo e 0,20% para poedeiras no segundo ciclo de postura.

2.4. Cloro

O cloro juntamente com o sódio, são os principais íons presentes no líquido extracelular. Apresenta estreita relação com sódio e o potássio na manutenção da pressão osmótica. Geralmente esta na forma de cloretos, sendo armazenados principalmente na pele e nos tecidos subcutâneos. Contribui para a tonicidade da resistência iônica do meio extra e intracelular e participa da formação do ácido clorídrico. O cloro das secreções gástricas origina-se do cloro sanguíneo e, normalmente, é reabsorvido durante as últimas fases da digestão no intestino delgado.

Normalmente as rações de poedeiras não apresentam deficiência em cloro, pois ao ser suplementado sódio, há a suplementação de cloro, uma vez que o alimento utilizado é o cloreto de sódio e por este motivo, poucos trabalhos são realizados para determinar níveis deste mineral. O cloreto de sódio, ou sal comum, é a fonte mais usada devido ao seu baixo preço e fácil disponibilidade.

Bezerra et al. (2011), estudando níveis de cloro para codornas japonesas em postura verificaram que níveis de 0,07 até níveis 0,32% de cloro em rações a base de milho e farelo de soja não prejudicaram o desempenho nem a qualidade dos ovos.

2.5. Potássio

Cerca de 89% do conteúdo total de potássio do corpo do animal, está no líquido intracelular sendo, assim, o principal cátion presente dentro das células. Nos eritrócitos,

cerca de 75 a 80% dos cátions é potássio. Segundo Bertechini (2006) as células musculares contém cerca de 6 vezes mais potássio do que sódio. Desta forma, juntamente com o sódio, o potássio, atua na regulação do volume celular, mantendo o pH e as relações osmóticas dentro da célula. No coração, o potássio reduz a contratilidade muscular, exercendo efeito oposto ao cálcio, favorecendo o relaxamento.

Os principais sintomas de deficiência de potássio são fraqueza muscular, principalmente nas extremidades, redução da tonicidade do tubo digestivo, tornando-o distendido e fraqueza dos músculos cardíaco e respiratório, provocando bradicardia e parada cardíaca. Na deficiência há aumento na concentração de aminoácidos básicos dos líquidos teciduais e pequena elevação nos níveis celulares de sódio.

Produtos de origem vegetal, como milho e farelo de soja, normalmente utilizados em rações, possuem teores de potássio satisfatórios (0,28 e 1,83% respectivamente) não fazendo necessário sua suplementação. Assim, é raro o fornecimento de uma fonte de potássio na alimentação desses animais mesmo em rações para poedeiras que caracterizam-se por possuir baixo teor de proteína bruta logo, maior teor de milho (pouco potássio) em relação ao farelo de soja (muito potássio).

2.6. Magnésio

O magnésio está fortemente relacionada com o cálcio e o fósforo, tanto na distribuição corporal quanto no metabolismo. Cerca de 70% de todo o magnésio orgânico está presente nos ossos, e o restante está distribuído nos tecidos moles. É um mineral que atua em reações de transferência de ligações ricas em energia (ATP, GDP, etc), em sistemas enzimáticos, na ativação de enzimas transferidoras de fosfato, no metabolismo de carboidratos, gorduras, proteínas e ácidos nucleicos.

Difícilmente ocorrerá deficiência de magnésio em poedeiras, pois o milho e o farelo de soja possuem teores de magnésio, que atende as necessidades para este tipo de animal. No entanto, caso isso ocorra, os sinais mais evidentes são a redução do tamanho do ovo, do peso da casca, da gema e do albúmen. Simultaneamente, em níveis aumentados de cálcio e de fósforo, há maiores necessidades de magnésio.

Casos de excesso de magnésio são mais comuns quando se utiliza calcários com teores de magnésio acima de 2%. Nestes casos, o sintoma mais comum é a diminuição na qualidade de casca dos ovos, aumentando muito a quantidade de ovos de casca fina e trincada.

2.7. Enxofre

O enxofre está distribuído no corpo principalmente na forma de compostos orgânicos como aminoácidos sulfurados e vitaminas (tiamina e biotina). Suas principais funções são o metabolismo e síntese de aminoácidos e proteína, metabolismo das gorduras e dos carboidratos.

Assim como o magnésio os ingredientes base da ração de poedeiras possuem níveis de enxofre necessários para estes animais, não sendo necessária a sua suplementação.

Referências Bibliográficas

ALBANO JR, M.; ALBUQUERQUE, R.; LIMA, C.G. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de diferentes linhagens de poedeiras comerciais pós-muda forçada recebendo rações com níveis variáveis de cálcio. **Brazilian Journal of Veterinary Research**

- and Animal Science.** v.37, n.4, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-95962000000400015>> Acesso em: 13 de julho de 2012
- ALMEIDA PAZ, I.C.L.; MENDES, A.A.; BALOG, A. et al. Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.222, p.173-183, 2009.
- ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, C.S.S. et al. Níveis de fósforo disponível e tamanho de partícula do fosfato bicálcico na dieta de poedeiras comerciais de 24 a 58 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1223-1227, 2010.
- ARAÚJO, J.A.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. et al. Effect of the levels of calcium and particle size of limestone on laying hens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.997-1005, 2011.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Faepe, 1998. 273p.
- BERTECHINI, A.G. Metabolismo dos minerais. In:___ **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. p.169-211.
- BEZERRA, R.M.; FREITAS, E.R.; BRAZ, N.M. et al. Níveis de cloro para codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2394-2399, 2011.
- BORRMANN, M.S.L.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T. et al. Efeitos da adição de fitase com diferentes níveis de fósforo disponível em rações de poedeiras de segundo ciclo. **Ciências Agrotecnicas**, v. 25, n. 1, p. 181-187, 2001.
- COSTA, F.G.P.; JÁCOME, I.M.T.D.; SILVA, J.V. et al. Níveis de fósforo disponível e de fitase na dieta de poedeiras de ovos de casca marrom. **Ciência Animal Brasileira**, v. 5, n. 2, p.73-81, 2004.
- COSTA, F.G.P.; OLIVEIRA, C.F.S.; DOURADO, L.R.B. et al. Níveis de cálcio em dietas para poedeiras semipesadas após o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n. 4, p.624-628, 2008.
- COTTA, T. Composição e qualidade do ovo. In:___ **Galinha: produção de ovos**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2002. p.209-226.
- FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; SAKOMURA, N.K. et al. Sistemas de alimentação e suplementação de farinha de casca de ostras sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1394-1401, 2000a.
- FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; SAKOMURA, N.K. et al. Efeito de diferentes níveis de sódio e fósforo sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.458-466, 2000b.
- FASSANI, E.J.; BERTECHINI, A.G.; BRITO, J.A.G. et al. Utilização de diferentes níveis de suplementação de sódio para poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.3, p.235-241, 2002.
- GERALDO, A.; BERTECHINI, A.G.; KATO, R.K. Níveis de cálcio e granulometrias do calcário para frangas e seus efeitos sobre a produção e qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1720-1727, 2006a. (supl.).
- GERALDO, A.; BERTECHINI, A.G.; BRITO, J.A.G. et al. Níveis de cálcio e granulometrias do calcário para frangas de reposição no período de 3 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.113-118, 2006b.
- HOOGE, D.M. A importância dos eletrólitos. **Avicultura Industrial**. Porto Feliz, n.6, p.20-26. 1999.
- IBGE. [2010]. **Produção da pecuária municipal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 15 de julho de 2012.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 2.ed. Guelph, Ontario: University books, 1997. 350p.

- LEESON, E.; SUMMERS, J. D. **Scott's Nutrition of the chicken**. 4.ed. Guelph, Ontario: University books, 2001, 414p.
- LIMA, M.R.; COSTA, F.G.P.; GIVISIEZ, P.E.N. et al. Reduction of the nutritional values of diets for hens through supplementation with phytase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2207-2213, 2010.
- MURAKAMI, A.E.; FIGUEIREDO, D.F.; PERUZZI, A.Z. et al. Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1674-1680, 2003. (supl.1).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1994. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington: National Academy Science, 1994, 155p.
- NUNES, R.V; POZZA, P.C.; SCHERER, C. et al. Efeito dos teores de cálcio para poedeiras semipesadas durante a fase de pré-postura e no início da postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.5, p.2007-2012, 2006.
- PELICIA, K.; GARCIA, E.A.; FAITARONE, A.B.G. et al. Calcium and available phosphorus levels for laying hens in second production cycle. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.11, n.1, p.39-49, 2009.
- PELICIA, K.; MOURAO, J.L.M.; GARCIA, E.A. et al. Effects of dietary calcium levels and limestone particle size on the performance, tibia and blood of laying hens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.13, n.1, p.29-34, 2011.
- OLIVEIRA, J.R.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. et al. Níveis de cálcio em dietas para poedeiras leves e semipesadas no segundo ciclo de produção. **Ciências Agrotecnicas**, v. 26, n.5, p.1060-1067, 2002.
- RIBEIRO, M.L.G.; SILVA, J.H.V.; ARAÚJO, J.A. et al. Exigência de sódio para poedeiras no final do primeiro ciclo e durante o segundo ciclo de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1257-1264, 2008.
- RODRIGUES, E.A.; JUNQUEIRA, O.M.; VALÉRIO, M. et al. Níveis de sódio em rações de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.2, p.391-396, 2004.
- ROSTAGNO H.S.; ALBINO L.F.T.; DONZELE J.L., et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª ed. Viçosa, MG: Editora UFV-DZO, 2005, 186p.
- UBABEF. [2011]. **Relatório anual ubabef 2010/2011**. Disponível em <http://www.abef.com.br/ubabef/publicacoes_relatoriosanuais.php> Acesso em: 13 de julho de 2012.
- VARGAS JR., J.G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 0 a 6 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1919-1926, 2003. (Supl. 2).
- VARGAS JR., J.G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 13 a 20 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1263-1273, 2004a.
- VARGAS JR., J.G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 7 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.936-946, 2004b.



Capítulo 8- Perfil metabólico: produção e reprodução de bovinos

Deolindo Stradiotti Júnior¹
Antônio Carlos Cóser²

Introdução

Desde a década de 70 que o estudo da composição química do plasma sanguíneo é desenvolvido, principalmente vinculado à patologia clínica em casos individuais. Pesquisadores ampliaram a utilização deste estudo por meio do conceito de perfil metabólico, isto é, pela análise de componentes sanguíneos aplicados às populações. Os autores iniciaram a pesquisa com rebanhos leiteiros e esta metodologia se difundiu e outros autores passaram a utilizá-la, inclusive na bovinocultura de corte. No Brasil, diversos autores já empregam este método como indicador do estatus nutricional em bovinos. Embora as análises sanguíneas possam ter menor especificidade, servem como um primeiro sinal de alerta diante de um problema metabólico, por exemplo, para que, em casos de detectar uma alteração, possam ser realizados os diagnósticos pertinentes e assim, corrigir oportunamente a situação. Os indicadores bioquímicos são substâncias cuja determinação, em amostras de tecidos ou fluidos de animais, permite estabelecer o grau de adequação metabólica ou de homeostase em um processo bioquímico do organismo de um ou mais animais. Entretanto, a interpretação do perfil bioquímico, tanto aplicado a rebanhos quanto a indivíduos é complexa. Isso se deve aos mecanismos que controlam os níveis sanguíneos de vários metabólitos e também à grande variação desses níveis em função de fatores como raça, idade, estresse, dieta, nível de produção, manejo, clima e estado fisiológico. Além disso, para uma correta interpretação dos perfis metabólicos, deve-se contar com valores de referência apropriados para a região e a população em particular, caso contrário os valores referenciais a serem utilizados devem ser de zonas climáticas e grupos de animais similares. Existe um grande número de variáveis mensuráveis relacionadas ao perfil metabólico. Contudo, na prática, são utilizadas somente aquelas das quais se possui um adequado conhecimento sobre sua fisiologia e bioquímica, para que a interpretação dos resultados obtidos seja correta. Por outro lado, também são necessários métodos e equipamentos que tornem a determinação economicamente viável, além dos valores de referência que permitam comparação dos resultados.

¹ Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias CCA/UFES, Alegre-ES, CEP 29.500-000 e-mail: jstradiotti@terra.com.br

² Professor Visitante Nacional Sênior do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias CCA/UFES, Alegre-ES, CEP 29.500-000. Bolsista da CAPES e-mail: acoser1@yahoo.com.br

2. Perfil metabólico

A partir do surgimento do termo perfil metabólico, que segundo Peixoto e Osório (2007) foi popularizado por Payne et al. (1970) se referindo ao estudo de componentes hematobioquímicos específicos em vacas leiteiras visando a avaliar, diagnosticar e prevenir transtornos metabólicos e servindo também como indicador do estado nutricional, a química sanguínea passou a ter maior interesse no campo zootécnico. A procura de indicadores da bioquímica sanguínea para avaliar o estado nutricional de vacas de alta produção tem sido uma constante (KIDA, 2003; LAGO et al., 2004).

O perfil metabólico é indicador dos processos adaptativos do organismo, no metabolismo energético, protéico e mineral. Os tipos de metabólitos definem o alcance da interpretação do perfil (HAIDA et al., 1996). O perfil metabólico pode colaborar no estudo do balanço nutricional dos rebanhos, uma vez que, em algumas situações, os desbalanços nutricionais podem influenciar nas concentrações sanguíneas de alguns metabólitos (CONTRERAS, 2000). Wittwer (1995) afirma que é necessário ter um adequado conhecimento da fisiologia e da bioquímica dos metabólitos a serem determinados, sendo que a presença e a concentração dos diferentes metabólitos não terão nenhum significado, a menos que sua fonte e função estejam bem compreendidas.

Em rebanhos leiteiros de alta produção é importante obter um correto balanço nutricional, especialmente nos períodos de maiores exigências, a exemplo do início da lactação. Nesse, a vaca chega ao máximo de sua produção, apesar do consumo de alimento estar deprimido, devendo mobilizar as suas reservas corporais para atender as elevadas exigências metabólicas (WITTWER, 2000).

Os animais que apresentam níveis sanguíneos fora dos valores de referência afetados por desequilíbrios no ingresso, egresso ou biotransformação dos ingredientes da ração consumida são animais que podem estar em desequilíbrio nutricional ou com alguma alteração orgânica que condiciona diminuição na capacidade de utilização ou biotransformação dos nutrientes (CEBALLOS et al., 2002). Payne e Payne (1987) sugerem que se levem em conta as características do rebanho, a localização geográfica e o estado fisiológico dos animais, enquanto Cote e Hoff (1991) observam a necessidade de se recolher informações relacionadas à idade, produção de leite, fase da lactação e condição corporal dos animais analisados. Marques (2004) ressalta que no período entre o parto e a oitava semana pós-parto há grandes alterações metabólicas, devidas principalmente à lenta recuperação do fígado.

Ceballos et al. (2002) relatam que à medida que avança a lactação, os requerimentos nutricionais se tornam menores por causa da menor produção de leite observada ao final da lactação, podendo apresentar um balanço positivo para alguns nutrientes como energia, contrariamente ao que ocorre no início da mesma.

Trabalhos relacionados com resultados de metabólitos do perfil metabólico estão sendo desenvolvidos no Brasil para que os valores sejam os mais próximos possíveis da realidade local. Os estudos estão concentrados, em sua maior parcela, na região sul, em condições de clima subtropical ou temperado e, praticamente, não se têm informações a respeito de animais cruzados em condições de clima tropical.

Haida et al. (1996) comentam que os componentes bioquímicos sanguíneos mais comumente determinados no perfil metabólico representam as principais vias metabólicas do organismo, das quais a uréia, as globulinas, a albumina e as proteínas totais representam o perfil protéico e a glicose, os ácidos graxos livres, o colesterol e o β -hidroxibutirato representam o perfil energético. Além destes metabólitos, é usual lançar mão da avaliação do escore de condição corporal, sendo essa uma forma, embora subjetiva, eficiente para se avaliar as reservas energéticas em vacas.

3. Indicadores do metabolismo protéico

3.1. Uréia

Entre as fontes de nitrogênio não protéico (NNP), a uréia é a mais comum e de custo acessível (EZEQUIEL et al., 2001). A incorporação de máxima quantidade possível de NNP nas rações de vacas leiteiras, de acordo com Santos et al. (1998), tem propiciado redução nos custos, sem diminuir a produtividade ou comprometer a saúde de bovinos.

A amônia ruminal, uréia no sangue ou plasma e uréia no leite estão altamente correlacionadas, podendo ser utilizadas para monitoramento do perfil da dieta (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2004). Particularmente em ruminantes, os níveis de uréia sanguínea são afetados pelo nível nutricional, sendo a uréia um indicador sensível e imediato da ingestão de proteínas, ao contrário da albumina que é um indicador em longo prazo do status protéico (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2003).

O equilíbrio energia/proteína na dieta de ruminantes é fundamental para o bom aproveitamento da uréia. Alterações na dieta, sazonais ou mesmo diárias, influenciam os níveis de uréia no sangue e o seu bom aproveitamento pelo animal. Segundo Wittwer (2000), a redução da ingestão de energia age inversamente na concentração de amônia ruminal. Isto ocorre devido à diminuição da síntese protéica microbiana, elevando a concentração de uréia sanguínea. González (1997) observa que aumentos nos níveis de uréia sanguínea ocorrem no final da gestação e esses valores diminuem pouco antes e logo após o parto, mesmo em vacas com adequado teor de proteína na dieta. No que concerne à reprodução, o uso de dietas ricas em proteína bruta, assim como com excesso de NNP, desencadeia aumento na concentração de nitrogênio uréico plasmático (NUP), resultando em efeitos adversos no ambiente uterino e menor fertilidade (BUTLER, 2000; OCON e HANSEN, 2003).

O mecanismo pelo qual a alta concentração de proteína na dieta atua sobre a fertilidade ainda é desconhecido (OCON e HANSEN, 2003). Um mecanismo proposto para a possível influência negativa da proteína bruta (PB) sobre a fertilidade é que o excesso de PB ingerida, por desencadear aumento na concentração de NUP, resulta em efeitos tóxicos no espermatozóide, óvulo e no desenvolvimento embrionário. JORDAN et al. (1983) propõem que a alta concentração de N uréico ou de amônia sistêmicos podem levar à diminuição na ligação entre o hormônio luteinizante (LH) e seus receptores ovarianos, desencadeando um decréscimo na concentração de progesterona no plasma, assim como queda da fertilidade.

Em condições de alimentação a pasto, González et. al. (1996), suplementando vacas da raça holandesa com aveia e silagem de milho, manejadas em pastagens cultivadas de *Pennisetum purpureum* cv. Napier e *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em período de inverno, relataram, como média geral do rebanho, o valor de $21,6 \pm 9,6$ mg/dL para NUS. De acordo com González e Silva (2006), o valor de referência de NUS para a espécie bovina varia de 17 a 45 mg/dL, valores idênticos aos observados por KANEKO et al. (1997).

3.2. Nitrogênio Uréico no Leite (NUL)

A análise de nitrogênio uréico no leite (NUL) oferece aos técnicos e produtores uma maneira de verificar como andam as dietas em relação à adequação da proteína bruta. Quando usada como rotina, pode-se utilizar os valores de NUL para ajustar os teores de proteína bruta da dieta às necessidades das vacas e, potencialmente, aumentar a produção ou reduzir os custos relacionados ao excesso de nitrogênio em dietas de vacas de

leite. Também, muito cuidado deve ser tomado nas decisões de manejo para correções nutricionais, uma vez que o excesso de NUL, ao contrário do indicativo de uma possível falta de proteína na dieta, pode também estar caracterizando a adequação ou excesso de amônia ruminal devida à falta de energia disponível para o crescimento microbiano no rúmen. É de reconhecimento científico que o excesso de proteína na dieta, além de aumentar os custos de alimentação, sem potencial retorno em produção de leite, pode diminuir a eficiência reprodutiva em rebanhos leiteiros através dos efeitos deletérios no sistema reprodutivo da fêmea (útero e ovário), diminuindo a fertilidade das vacas. Por outro lado, a falta de proteína na dieta pode também limitar a produção de leite pela diminuição de precursores para a síntese do leite na glândula mamária. O simples fato de atentar-se para a busca de sincronismo entre a proteína e os carboidratos, quanto às suas velocidades de solubilidade na dieta já evita transtornos de ordem metabólica, assim como desperdícios de nutrientes, pelo aumento do potencial de crescimento microbiano ruminal. Dessa forma, um equilíbrio entre proteína e energia, mais especificamente de proteína degradável no rúmen e de carboidrato rapidamente fermentescível, conduzem as vacas leiteiras a fazerem um melhor uso da proteína. Isto leva a obter um desempenho reprodutivo adequado, maior produção de leite, menor custo com alimentos e menor impacto ambiental devido a menores perdas de nitrogênio através das fezes e urina.

Com base no monitoramento da concentração de nitrogênio uréico pode-se efetivamente determinar se a proteína e a energia da dieta estão adequadamente balanceadas. A título de exemplificação, quando, no momento da alimentação com o uso de concentrados, um aporte excessivo ou repentino de energia fermentescível (E) ocorre em comparação ao nitrogênio disponível (N), temos como resultado pouca uréia acumulada no leite e o comprometimento da produção de leite e da reprodução. De outra forma, se temos uma situação em que já se passaram 8 horas após a alimentação com concentrado e este é desequilibrado entre a energia disponível (E) e a quantidade de nitrogênio liberado pelas forragens (N), observa-se uma grande acumulação de uréia no leite.

3.3. Albumina

As principais proteínas do leite, que incluem as caseínas, a β -lactoglobulina e a α -lactalbumina, são sintetizadas nas células epiteliais da glândula mamária e produzidas exclusivamente neste tecido. As imunoglobulinas e a albumina sérica não são sintetizadas pelas células epiteliais, mas absorvidas do sangue. Os precursores para síntese das proteínas do leite são aminoácidos livres do sangue, em 90% e proteínas séricas, em 10%. Entre estas últimas, estão as imunoglobulinas (DURR et al. 2001). COLES (1984), relata que a principal função da albumina está relacionada ao transporte de substâncias no plasma. Em razão da sua capacidade de ligação com uma série de compostos, a albumina colabora no transporte e no metabolismo de substâncias tóxicas, favorecendo, indiretamente, o aumento da meia vida plasmática de uma série de compostos, inclusive medicamentos, por minimizar a excreção renal dos referidos compostos. A albumina constitui, ainda, reserva de aminoácidos para o metabolismo protéico e representa a fração protéica com maior influência na osmolaridade sanguínea, em razão de seu baixo peso molecular e de sua alta concentração no plasma.

Quando o aporte de energia da ração é deficiente, se observa somente no final do período de lactação uma diminuição nas concentrações de albumina e hemoglobina (WITTEWER, 2000).

O nível de albumina pode ser um indicador do conteúdo de proteína na alimentação, apesar de que, conforme referenciado anteriormente, suas mudanças no sangue ocorram

lentamente. Assim, para detectar mudanças significativas na concentração de albumina é necessário um período de pelo menos um mês, devido à baixa velocidade de síntese e de degradação desta proteína no ruminante (PAYNE e PAYNE, 1987).

Avaliando quatro rebanhos leiteiros no sul do Brasil, González e Rocha (1998) relataram serem os níveis de albumina positivamente relacionados com o desempenho produtivo e reprodutivo. Estes autores observaram níveis mais elevados de albumina nas vacas de maior produção leiteira e que as vacas lactantes apresentam níveis mais elevados de colesterol, proteínas totais, globulinas e uréia, comparadas às vacas secas.

No sangue, o nível de albumina pode cair no parto, devendo recuperar-se durante o pós-parto. Essa redução se dá devido à diminuição na síntese hepática de proteínas e ao consumo, ocasionada pelo estresse ou por combinação de outros fatores. A recuperação está diretamente relacionada com a reativação ovárica e o potencial de produção de leite no período. CONTRERAS (2000) encontrou diminuição da concentração de proteínas totais antes do parto, aumento das globulinas e diminuição de albumina no início da lactação, a qual posteriormente começa a aumentar gradativamente desde que o aporte de proteínas na dieta seja adequado.

A produção de leite tem apresentado relação direta com a concentração de albumina. Níveis de 2,90 g/dL foram relatados em vacas com produção de leite abaixo de 15 kg/dia. Já, níveis de 3,22 g/dL foram observados em animais produzindo mais de 30 kg/dia. Além disso, a hipoalbuminemia pode afetar o potencial reprodutivo.

3.4. Proteínas totais

A albumina, as globulinas e o fibrinogênio constituem as principais proteínas plasmáticas e estão envolvidas em uma variedade de funções, tais como a manutenção da pressão osmótica e a viscosidade do sangue, o transporte de nutrientes, de metabólitos, de hormônios e de produtos de excreção, a regulação do pH sanguíneo, além da participação na coagulação sanguínea. Um dos metabólitos utilizados para avaliação do status nutricional protéico são as proteínas totais. O fígado é o principal órgão produtor dessas proteínas e, segundo González e Silva (2006), sua síntese está diretamente relacionada com o estado nutricional do animal (níveis de proteína e vitamina A, além da funcionalidade hepática). A redução das proteínas totais no plasma está ligada à falhas hepáticas, transtornos renais e intestinais, hemorragias ou deficiência na nutrição.

Há redução das proteínas totais antes do parto, devido à transferência de imunoglobulinas para o colostro. A queda da proteína total pode ser de 10 a 30% da concentração normal, sendo recuperada após o parto. Por outro lado, há um aumento das proteínas totais quando ocorre desidratação. González (1997) cita que animais mais velhos possuem maiores teores de proteína sanguínea, talvez por terem maior eficiência metabólica na utilização da proteína.

Haida et al. (1996), em trabalho com vacas da raça holandesa, entre 3 e 4 meses de lactação e González et al. (1996), durante o pico de lactação, em pastagens cultivadas de *Pennisetum purpureum* cv. Napier e *Urochloa brizantha* cv. Marandu, no inverno, suplementadas com aveia e silagem de milho, encontraram valores médios de $8,26 \pm 3,43$ g/dL e de $8,11 \pm 1,75$ g/dL para proteínas totais, respectivamente.

Em termos de valores de referência da espécie bovina, González e Silva (2006), citam de 6,6 a 7,5 g/dL e Kaneko et al. (1997), de 6,74 a 7,46 g/dL de proteínas plasmáticas totais. Em trabalho com vacas da raça Jersey, Gregory (1995) encontrou valores médios para proteínas totais de $6,72 \pm 0,70$ g/dL, enquanto Souza et al. (2004), com vacas da raça jersey e holandesa, encontraram valores de $6,37 \pm 0,90$ e $6,82 \pm 0,97$, respectivamente. Por outro lado, Souza (1997), trabalhando com vacas das raças

holandesa, gir e girolanda, encontrou valores de $7,57 \pm 0,09$, $7,02 \pm 0,08$ e $7,38 \pm 0,07$ g/dL, respectivamente.

3.5. Hemoglobina

A hemoglobina é constituída por uma proteína, a globina, e uma protoporfirina heme, grupo que contém quatro anéis pirrólicos e o ferro. É produzida pelos eritrócitos maduros, sendo que sua degradação leva à formação de bilirrubina. Praticamente toda a hemoglobina está localizada no eritrócito. Entretanto há uma fração mínima que pode ser encontrada no plasma, como resultado da degradação eritrocítica. A hemoglobina possui a função de transportar o oxigênio no sangue, sendo que a concentração da mesma aumenta com a idade ou em períodos de desidratação (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

A detecção de anemia pode estar relacionada à redução nos níveis de hemoglobina e do hematócrito, que pode estar relacionada a vários fatores: deficiência de proteínas ou de minerais, como ferro, cobalto e cobre; hemólise por intoxicações, defeitos congênitos, porfirias; hematozoários e infestação por nematódeos e infecções virais específicas. Configura-se anemia quando a hemoglobina é menor que 8 g/dL ou o hematócrito menor que 25%. Em bezerros, a anemia pode retardar o crescimento. Já em vacas, pode baixar a fertilidade (GONZÁLEZ, 1997).

De acordo com Mulei (1991), há redução da hemoglobina antes e logo após o parto, devido à depleção de ferro sérico antes do parto. É normal após o parto ocorrer anemia subclínica por hemodiluição, devido ao ajuste circulatório às necessidades hídricas e metabólicas, resultado do funcionamento da glândula mamária. Contudo, há necessidade de atenção, pois o prolongamento da anemia por mais de quatro semanas depois do parto indica algum problema, normalmente deficiência de nutrientes ou falha hepática. Valores de hemoglobina como referência para a espécie bovina encontram-se dentro do intervalo de 9 a 15 g/dL, conforme estudos de González e Silva (2006).

4. Perfil energético

4.1 Beta-hidroxibutirato no sangue e leite (β HB)

Entre os metabólitos sanguíneos mais usados para avaliar o status energético (GONZÁLEZ, 2000) estão a glicose, o β -hidroxibutirato (β HB) e os ácidos graxos não esterificados ou livres (NEFA). O β HB tem sido um dos corpos cetônicos (CC) mais freqüentemente medidos no plasma para monitorar o balanço energético e identificar vacas que apresentem o quadro de cetose subclínica (MOORE, 1997). Como indicador o β HB apresenta duas vantagens em relação aos ácidos graxos livres: a) a relativa insensibilidade dos níveis sanguíneos a fatores de stress (RUSSEL, 1983); b) a concentração sanguínea em casos de balanço energético negativo elevado não está limitada pela disponibilidade de um transportador como no caso dos ácidos graxos livres, em que a saturação da albumina sanguínea inibe a liberação de mais ácidos graxos (AGs) dos adipócitos (RUSSEL, 1983).

Segundo Bouda et al. (2000), β HB é um CC que aumenta no plasma dos animais quando há deficiência de energia. Os corpos cetônicos, β HB e acetoacetato são fontes de energia na ausência de glicídeos e lipídeos nos ruminantes. Seus precursores são os lipídeos e os ácidos graxos da dieta, bem como os depósitos de gordura do animal. O ácido butírico produzido no rúmen é transformado no epitélio dos pré-estômagos, via acetoacetato, em β HB, sendo este o principal corpo cetônico do sangue do ruminante normal (WITTEWER, 2000). No trabalho conduzido por Campos et al. (2005) os maiores

valores de β HB foram observados no pico da lactação. Os valores de β HB são considerados normais quando seu valor é inferior a 1,0 mmol/L (GEISHAUSER *et al.*, 1998). Em trabalho realizado por Campos *et al.*, (2007) os grupos raciais que apresentaram condição corporal mais elevada no período seco, mostraram igualmente altos valores de β HB, como foi o caso da raça Girolando, de $1,1 \pm 0,6$ nmol/L; contudo, os valores de β HB se encontraram dentro dos valores de referência.

Mais recentemente têm sido determinados os níveis de β HB em amostras de leite, devido à facilidade de obtenção de amostras e ao fato de que o β HB é estável, diferentemente de outros corpos cetônicos voláteis. Com este objetivo desenvolveu-se um método semi-quantitativo, baseado em química seca (uso de fitas reagentes), nas quais o β HB da amostra de leite reage com os reativos da fita, produzindo uma reação de cor violeta cuja intensidade é proporcional à concentração do β HB na amostra.

4.2 Colesterol

Os triglicerídeos e principalmente o colesterol têm sido usados em estudos do metabolismo de lipídios (REIST *et al.*, 2002). O colesterol nos animais pode ter origem exógena, proveniente dos alimentos, como endógena, sintetizado no fígado (50%), nas gônadas, no intestino, na glândula adrenal e na pele. A síntese ocorre a partir do acetil-CoA, que provém do ácido acético produzido no rúmen pela fermentação da fibra da dieta. A biossíntese de colesterol no organismo é inibida com ingestão de colesterol exógeno. O colesterol circula no plasma ligado às lipoproteínas (HDL, LDL e VLDL), sendo que cerca de 2/3 dele está esterificado com ácidos graxos, sendo armazenado nos tecidos na forma de ésteres de colesterol como precursor dos esteróides: corticoesteróides, hormônios sexuais, ácidos biliares e vitamina D. Valores de colesterol são significativamente menores no momento do parto e aumentam progressivamente até a décima semana para voltar a cair no fim do período. Elevados níveis plasmáticos de colesterol seriam indicadores da capacidade da vaca para produzir mais leite, uma vez que reflete a capacidade de mobilização de gordura corporal para a lactogênese (GONZÁLEZ e ROCHA, 1998). Pogliani (2006) constatou que existe uma grande variação dos valores nos níveis séricos encontrados na literatura, sendo que os principais fatores causadores desta variabilidade fisiológica podem estar relacionados com a raça, o sexo, o sistema de criação (dieta e alimentação) e, principalmente, a idade, o parto e o puerpério. Kaneko *et al.* (1997) considera que os teores séricos de colesterol adequados para bovinos sadios oscilam entre 80 e 120mg/dL. Costa (1991) estudou a influência do puerpério nos teores séricos de colesterol de bovinos da raça Holandesa e encontrou os seguintes resultados: $96,2 \pm 19,9$ (15 dias pré-parto), $91,1 \pm 21,0$ (até 10 dias após o parto) e $133,0 \pm 25,8$ (entre 20 e 30 dias após o parto).

4.3. NEFA (Ácidos graxos não-esterificados)

Em ruminantes é comum usar β -hidroxibutirato (β HB) e Ácidos Graxos não Esterificados (NEFA) como indicadores metabólicos (KIDA, 2003). NEFA e β HB estão relacionados com a taxa de mobilização de reservas lipídicas em momentos de déficit energético e são os indicadores mais usados para aferir esse balanço (GONZÁLEZ, 2000). Os ácidos graxos livres (NEFA) apresentam elevada variação dentro do dia, considerando o produto do tempo de ingestão e de condições ambientais alheias ao balanço de energia, como é o caso do estresse, limitando assim a sensibilidade interpretativa e ainda as limitações de ordem prática e econômica no manejo da amostra, bem como na metodologia

analítica disponível atualmente. Contudo, comparativamente à glicose, Herdt (2000) afirma serem os ácidos graxos livres (NEFA) os mais confiáveis como indicadores do *status* energético.

4.4. Glicose

A glicose é o indicador menos expressivo para monitorar o perfil energético, devido ao forte controle homeostático hormonal que o organismo mantém sobre sua concentração e sensibilidade ao stress (BRITO, 2004). Porém Payne e Payne (1987) destacam que a observação de baixa glicemia pode ser indicativa de doença metabólica como a cetose e que, portanto a determinação de glicose tem benefícios em ser realizada. De acordo com Radostitis et al. (2002), 50 mL/dL é a concentração média necessária para manutenção dos processos biológicos, sendo então valores abaixo dessa média indicadores de hipoglicemia. Trabalhando com sete diferentes raças em condições tropicais na Colômbia, González (1997) mostrou que os valores de glicose para todas as raças se situaram no limite inferior de referência. Lago *et al.* (2004) associaram estes resultados com a produção média diária de leite (19 litros/dia) e atribuíram a uma possível deficiência de energia na raça.

5. Referências bibliográficas

- BOUDA, J.; NÚÑEZ, L; QUIROZ-ROCHA, G. Interpretação dos perfis de laboratório em bovinos. In: González, F. H. D.; Borges, J. B.; Cecim, M. (Eds.). **Uso de provas de campo e de laboratório clínico em doenças metabólicas e ruminais dos bovinos**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.
- BRITO, M. A. **Variação dos perfis metabólico, hematológico e lácteo em ovinos leiteiros na serra gaúcha**. 2004. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Departamento de Medicina Veterinária. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2004.
- BUTLER, W.R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 60-61, p. 449-457, 2000.
- CAMPOS, R.; GONZÁLEZ, F.; LACERDA, L.; COLDEBELLA, A. Perfil metabólico obtenido de *pool* de sueros o de muestras individuales. **Archive Zootecnia**. v. 54, p. 113-116, 2005.
- CAMPOS, R. G., CUBILLOS, C.; RODAS, A. G. Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. **Acta Agronomica**, v.56, N. 2, Apr./June 2007.
- CEBALLOS, A.; VILLA, N. A.; BOHÓRQUEZ, A.; QUICENO, J.; JARAMILLO, M.; GIRALDO, G. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en lecherías del trópico alto del eje cafetero colombiano. **Revista Colombiana Ciencia Pecuária**, v. 15, n. 1, p. 26-36, 2002.
- COLES, E. H. **Patologia clínica veterinária**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1984. 566 p.
- CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: González, F. H. D., Barcellos, J. O., Ospina, H., Ribeiro, L. A. O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.
- COSTA, S. G. **Perfil Lipídico de vacas Holandesas, variedade HPB, em diferentes fases da gestação**, 1991. 57 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

- COTE, J. F.; HOFF, B. Interpretation of blood profiles in problem dairy herds. **The Bovine Practitioner**, v. 26, n.1, p. 7-11, 1991.
- DURR, J. W.; FONTANELI, R. S.; MORO, D. V. Determinação laboratorial dos componentes do leite. In: GONZALEZ, F.H.D., DURR, J.W., FONTANELI, R.S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Gráfica da universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- DUFFIELD, T. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, n. 16, p. 231-254, 2000.
- EZEQUIEL, J. M. B.; MATARAZZO, S. V.; SALMAN, A. K. D.; JÚNIOR, A. P. M.; SOARES, W. V. B.; SEIXAS, J. R. C. Digestibilidade aparente da energia e da fibra de dietas para ovinos contendo uréia, amiréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 231-235, 2001.
- FACÓ, O.; LÔBO, R. N. B.; MARTINS FILHO, R.; MOURA, A. A. A. Análise do desempenho produtivo de diversos grupos genéticos Holandês x Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1944-1952, 2002.
- GEISHAUSER, T.; LESLIE, K.E.; KELTON, D.F.; DUFFIELD, T. Evaluation of eighth cowside test for use with milk to detect subclinical ketosis in dairy cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, n. 81, p. 438-443, 1998.
- GONZÁLEZ, F. H. D. O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. **Arquivo Faculdade Veterinária**, v. 25, n. 2, p. 13-33, 1997.
- GONZÁLEZ, F. H. D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: González, F. H. D.; Barcellos, J. O.; Ospina, H.; Ribeiro, L. A. O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; ROCHA, J.A.R. Variations in the metabolic profile of Holstein cows of different milk yields in southern Brasil. **Arquivo Faculdade Veterinária. UFRGS**. v. 26, n. 1, p.52-54, 1998.
- GONZÁLEZ, F.H.D., SCHEFFER, J.F.S. (2003) Perfil sangüíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: SIMPÓSIO DE PATOLOGIA CLÍNICA VETERINÁRIA DA REGIÃO SUL DO BRASIL, PORTO ALEGRE, 1., 2003. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2003. p. 73-89.
- GREGORY, L. **Valores padrões de referência de parâmetros bioquímicos séricos utilizados na avaliação das funções hepática e renal de bovinos da raça Jersey, criados no Estado de São Paulo**. 161f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1995.
- HAIDA, K. S.; DIAZ GONZÁLEZ, F. H.; PARZIANELLO et al. Estudo do perfil metabólico de um rebanho leiteiro do Oeste do Paraná. **Semina: Ci. Agr.**, Londrina, v.17, n.1, p.72-76, 1996.
- HERDT, H. H. Ruminant adaptation to negative energy balance. **The Veterinary Clinics of North America: food animal practice**, v. 16, n. 2, p. 215-229, 2000.
- HEUER, C. et al. Prediction of energy balance in a high yielding dairy herd in early lactation: model development and precision. **Livestock Production Science**, v. 65. n.1-2. p. 91-105, 2000.
- JORDAN, E. R.; CHAPMAN, T. E.; HOLTAN, D.W.; SWANSON, L. V. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high-producing postpartum dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 66, p. 1854-1861, 1983.
- KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5.ed, New York: Academic Press, 1997.

- KIDA, K. Use of every ten-day criteria for metabolic profile test after calving and dry off in dairy herds. **Journal of Veterinary and Medicine Science**, v. 64, n.11, p.1003-1010, 2002.
- KIDA, K. Relationship of metabolic profiles to milk production and feeding in dairy cows. **Journal of Veterinary and Medicine Science**, v. 65, n. 6, p. 671-677, 2003.
- LAGO, E. P.; COSTA, A. P. D.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; FARÍAS, V. P.; DO LAGO, L. A. Parâmetros metabólicos em vacas leiteiras durante o período de transição pós-parto. **Brazilian Journal of Veterinary Science**, v. 11, p. 98-103, 2004.
- MOORE, D. A.; ISLHER, V. Managing dairy cows during the transition period: focus on ketosis. **Veterinary Medicine**, v. 92, p. 1061-1072, 1997.
- MULEI, C. M. Changes in blood chemistry in late pregnancy and early lactation and their relationships to milk production in dairy cows. **Bulletin of Animal Health and Production in Africa**, n. 39, p. 77-81, 1991.
- OCON, O. M.; HANSEN, P.J. Disruption of bovine oocytes and preimplantation embryos by urea and acidic pH. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 1194-1200, 2003.
- OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; PIRES, A. V.; FERANADES, J. J. R.; SUSIN, I.; SANTOS, F. A. P.; ARAUJO, R. C. Substituição total do farelo de soja por uréia ou amiréia, em dietas com alto teor de concentrado, sobre a amônia ruminal, os parâmetros sanguíneos e o metabolismo de nitrogênio em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 738-748, 2004.
- PAYNE, J. M.; DEW, S. M.; MANSTON, R. et al. The use of metabolic profile test in dairy herds. **Veterinary Record**, London, v.87, p. 150-158, 1970, J. M.; PAYNE, S. **The metabolic profile test**. New York : Oxford University, 1987. 179 p.
- PAYNE, J. M.; ROWLANDS, G. J.; MANSTON, R.; DEW, S. M. A statistical appraisal of the results of metabolic profile tests on 75 dairy herds. **Brit. Vet. J.** v. 129, p. 370. 1973.
- PEIXOTO, L. A. O.; OSÓRIO, M. T. M. Perfil metabólico protéico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 299-304, 2007.
- POGLIANI, F. C. **Valores de referência e influência dos fatores etários, sexuais e da gestação no lipidograma de bovinos da raça Holandesa, criados no Estado de São Paulo**. 2006. 134f. Dissertação (mestrado em Clínica Veterinária) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.
- RADOSTITIS, O.M.; GAY, C.C.; BLOOD, D.C.; HINCHCLIFF, K.W. **Clínica Veterinária: Um Tratado de Doenças dos Bovinos, Suínos, Caprinos e Equinos**. 9. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2002. 1737 p.
- REIST, M.; ERDIN, D. K.; VONEUW, D. et al. Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 3314-3327, 2002.
- RUSSEL, A. J. F.; WRIGHT, I. A. The use of blood metabolites in the determination of energy status in beef cows. **Animal Production**, v. 37, p. 335-343. 1983.
- RUSSEL, J. B.; RYCHLIK, J.L. Factors that alter rumen microbial ecology. **Science**, v. 292, n. 5519, p. 1119-1122, 2001.
- SANTOS, M. V. **Correlação entre ácido ascórbico plasmático, contagem de células somáticas no leite e o perfil metabólico de vacas secas e em lactação**. 1998. 124p. (Dissertação) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.
- SOUZA, R. M. **Perfil bioquímico sérico de bovinos das raças Gir, Holandesa e Girolanda, criados no Estado de São Paulo - influência de fatores de variabilidade etários e sexuais**. 1997. 168 p. Tese (doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

- SOUZA, R. M. **Avaliação da função hepática e do lipidograma no período puerperal e pós-puerperal e suas inter-relações com os distúrbios reprodutivos de fêmeas bovinas da raça Holandesa, criadas no Estado de São Paulo.** 2005 192f.: II. Dissertação (mestrado em Medicina Veterinária) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- SOUZA, R. M.; BIRGEL, E. H., AYRES, M. C. C.; MIRANDOLA, R. M.; BIRGEL JUNIOR, E. H. Influência dos Fatores Raciais na Função Hepática de Bovinos da Raça Holandesa e Jersey. 28., Salvador, 2001. In: **Anais... Salvador: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária**, 2001.
- WITTEWER, F., HEUER, G., CONTRERAS, P. A., BÖHMWALD, T. M. Valores bioquímicos clínicos sanguíneos de vacas cursando con decúbito en el sur de Chile. *Arch. Med. Vet.* 15, 83-88. 1993.
- WITTEWER, F. Empleo de los perfiles metabólicos em El diagnóstico de desbalances metabólico nutricionales em el ganado. **Buiatria**, v.2, n.1, p. 16-20, 1995.
- WITTEWER, F. (2000) Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: González, F. H. D., Barcellos, J. O., Ospina, H., Ribeiro, L. A. O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



Capítulo 9- Obesidade felina

Aguinaldo Francisco Mendes Junior¹

Daniel Cometti Borlini²

Karina Preising Aptekmann³

Introdução

A obesidade é um distúrbio nutricional que submete a saúde dos gatos a altos riscos, e em muitas vezes não é diagnosticada como uma doença (Costa, 2007). É uma enfermidade universal de prevalência crescente e que vem adquirindo proporções de epidemias, sendo um dos principais problemas de saúde pública nos tempos atuais (Mancini, 2001).

A manutenção do peso corporal ideal é fator determinante para manutenção da saúde, bem estar e qualidade de vida. Em situações que ocorrem desequilíbrio entre a ingestão calórica e a diminuição da prática da atividade física ocorre a obesidade (Salve, 2006).

Assim como nos humanos, o excesso de peso corporal vem se tornando uma preocupação frequente na medicina veterinária (Russel et al., 2000), podendo estar relacionada com doenças secundárias concomitantes (German, 2006b). Tendo em vista a importância da obesidade na clínica de animais de companhia, objetivou-se com este trabalho realizar uma revisão bibliográfica deste distúrbio em felinos.

1. Conceito e Prevalência

Obesidade é o acúmulo excessivo de gordura corporal e ocorre quando o peso está pelo menos 15% acima do ideal, provocando em seus portadores disfunções fisiológicas em diferentes sistemas orgânicos. Diante disso, é evidente o prejuízo à qualidade de vida dos animais (Burkholder e Toll, 2000).

Estudos apontam que a prevalência de sobrepeso ou obesidade em gatos se situe entre 19 e 52%, dependendo da população estudada (Sloth, 1992; Robertson, 1999; Russel et al., 2000; Lund et al., 2005). Não há estudos nacionais sobre a prevalência da obesidade felina. Lund et al. (2005) encontraram a prevalência de sobrepeso e/ou obesidade em 35% da população felina adulta dos Estados Unidos, sendo estes principalmente machos castrados (41%), com idade entre 5 e 11 anos (40%).

¹ Aluno de Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo

² Aluno de Mestrado em Ciências Veterinárias do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Espírito Santo

³ Professora do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo

2. Fisiopatogenia

O tecido adiposo é composto por vários tipos celulares, incluindo adipócitos, fibroblastos, macrófagos e células endoteliais. O estoque de energia na forma de lipídeos é a função principal do tecido adiposo, porém, ele também atua como um órgão endócrino que sintetiza e libera substâncias chamadas adipocinas, como a leptina, a adiponectina, entre outros. A obesidade desencadeia uma série de alterações na produção de adipocinas, o que leva ao surgimento de anormalidades metabólicas (Kil, 2010).

A adiponectina é um hormônio protéico secretado exclusivamente pelo tecido adiposo na corrente sanguínea. Seus níveis plasmáticos estão inversamente relacionados com o percentual de gordura corporal em humanos e gatos adultos. Em humanos, a diminuição dos níveis circulantes de adiponectina está correlacionada com o desenvolvimento de DM tipo 2, resistência à insulina, hipertensão, e com o desenvolvimento de hipertrofia ventricular (Ishioka et al., 2009; Hoenig et al., 2007).

A leptina é um peptídeo que age aumentando o gasto energético e na diminuição da ingestão alimentar, modula o metabolismo de glicose e lipídeos (Romero, 2006; Mota 2007; Kil, 2010). A concentração plasmática de leptina aumenta em cães e gatos com o ganho de peso e excesso de tecido adiposo, podendo ser utilizada como um marcador de obesidade nestas espécies (Ishioka et al., 2002).

3. Consequências

O sobrepeso e a obesidade podem predispor os gatos a inúmeras alterações como, diabetes mellitus, alterações no perfil lipídico, doenças cardiorrespiratórias, hipertensão arterial, doenças ortopédicas, lipidose hepática e neoplasias (German, 2006a, Shearer, 2010).

A obesidade é considerada o principal fator envolvido no desenvolvimento da síndrome metabólica em humanos (Alberti et al., 2006). Em gatos obesos ou com sobrepeso, observou-se uma prevalência de 18% da síndrome, que foi caracterizada por aumento nos níveis de glicose, triglicerídeos, colesterol, ALT, e resistência à insulina evidenciada por hiperinsulinemia e diminuição de adiponectina (Mori, 2012).

A obesidade é uma das principais causas de resistência à insulina em gatos (Scott-Moncrieff, 2010; Gonçalves, 2006), podendo levar ao desenvolvimento de diabetes mellitus tipo 2 (Zini et al., 2009). A resistência à insulina produz uma hiperinsulinemia e aumento na secreção de amilina pelas células pancreáticas, levando ao quadro de amiloidose em longos períodos. A hiperglicemia crônica causa uma glicotoxicidade e também provoca lesão nas células pancreáticas (Zini et al., 2009). A reversão da hiperglicemia pelo tratamento com insulina exógena, associada à reversão do fator de resistência (obesidade), pode levar a remissão do diabetes mellitus tipo 2 (Zini et al., 2010). Caso ocorra amiloidose importante nas células pancreáticas, o processo se torna irreversível e o animal pode desenvolver diabetes mellitus tipo 1, dependente de insulina (Zini et al., 2010). Verificou-se redução nas concentrações de glicose sanguínea e melhora na ação da insulina com a perda de 20% de peso corporal em felinos obesos (Gonçalves, 2006).

Na maioria das vezes a obesidade é acompanhada pela presença de níveis séricos elevados de lipídios, definida como dislipidemia (Jordan, 2008), sendo que a hipertrigliceridemia é o achado mais comum em gatos (Hatano, 2010). Em humanos, a presença de dislipidemia está fortemente associada com doença cardiovascular (aterosclerose) (Lavie, 2009). Devido a diferenças no metabolismo lipídico e a maior

formação de moléculas de HDL-colesterol do que LDL-colesterol, os gatos não apresentam risco de aterosclerose evidente (Jordan, 2008; Hatano, 2010).

Em cães obesos observou-se a presença de hipertensão arterial sistêmica (Jericó, 2006; Fazenda, 2009). Bodey (1998) não evidenciou correlação entre o escore de condição corporal e valores da pressão arterial sistêmica em gatos. Entretanto, Champion (2011) observou que gatos com condição corporal ideal possuem pressão arterial sistêmica mais baixa que os obesos.

4. Fatores de risco

Os fatores de risco associados com a obesidade felina incluem fatores individuais, como o sexo, influência da castração, raça, inatividade física e fatores ambientais, como a presença de cães contactantes na casa e o tipo do ambiente que o animal vive (Lund et al., 2005; German e Martin, 2008). Além disso, tem-se associado à ocorrência da obesidade em gatos fatores relacionados aos proprietários e práticas de alimentação realizadas (Kienzle e Bergler, 2006).

Fatores genéticos também são associados ao desenvolvimento da obesidade, manifestando-se através de alterações no consumo alimentar e no gasto calórico. Um estudo utilizando ratos obesos mostrou que de 40 a 70% da variabilidade fenotípica associada à obesidade tem caráter hereditário (Marques-Lopes, 2004).

A predisposição racial não é tão significativa como nos cães, porém observa-se que animais mestiços são mais propensos à obesidade do que animais de raças puras (Robertson, 1999; Lund et al. 2005).

Animais adultos são mais predispostos, com idade variando de 2 a 5 anos (Russel, 2000), entre 6 a 14 anos (Robertson, 1999) ou entre 5 a 11 anos (Lund, 2005), dependendo da população estudada, e uma explicação para isso é que animais nessas faixas etárias tendem a apresentar uma diminuição do gasto energético (Robertson, 1999).

A castração é considerada um importante fator de risco para obesidade, observando-se acentuado ganho de peso dos animais após gonadectomia, (Russel, 2000; Robertson, 1999; Lund 2005). Avaliações de taxas metabólicas em animais castrados evidenciam que há uma desaceleração metabólica com diminuição da atividade física, o que leva a uma redução do gasto energético após a castração (Burkholder, 2010). Associado a isso, ocorre ainda um aumento da ingestão de alimentos devido à ausência do estrógeno, que exerce uma ação inibitória sobre o apetite (Burkholder, 2010; Case et al., 1998).

O manejo alimentar a que os gatos são submetidos também pode influenciar no escore de condição corporal. Robertson (1999) verificou que o tipo de alimento (seco ou úmido) não influencia no ganho de peso e sim a forma que este alimento é fornecido. Kurzman e Macewen (1994) observaram que os gatos que recebiam alimento acima de três vezes apresentavam menor peso corporal do que os que recebiam uma ou duas vezes ao dia. Russel et al. (2000) verificaram que gatos alimentados *ad libitum* ou que recebiam petiscos apresentam maior risco de apresentar ganho de peso. Outro estudo verificou que gatos alimentados com rações premium ou terapêuticas apresentam maior propensão a se tornarem obesos (Lund, 2005).

A redução na realizações de atividades físicas devido aos grandes períodos de sono e aos espaços limitados em que os gatos vivem como em apartamentos, é citado como um fator predisponente para a obesidade (Butterwick, 1994).

5. Diagnóstico

Inúmeros métodos são utilizados como forma de determinação da quantidade de gordura corporal de gatos para o diagnóstico da obesidade. O método mais preciso é a técnica de densitometria óssea de raios-x de dupla energia (DEXA), amplamente utilizada na medicina humana para definir as percentagens de gordura corporal, massa magra e conteúdo mineral ósseo. É uma técnica não invasiva, de grande reprodutibilidade, porém, exige a anestesia geral do animal, custo elevado e ainda encontra-se restrita a centros de pesquisa (German, 2008, German e Martin, 2008).

A tomografia computadorizada (Rankinen et al. 1999) e a ressonância magnética (Ross et al. 1993) também são métodos de imagem precisos e confiáveis para quantificar o tecido adiposo intra-abdominal, porém o custo elevado não permite o uso na rotina.

Técnicas que apresentam maior facilidade na sua execução e menor custo são a determinação do escore de condição corporal (ECC) e medidas morfométricas (German e Martin, 2008).

A determinação do ECC é um método subjetivo, semi-quantitativo, que avalia a condição corporal do animal de forma rápida e prática (German e Martin, 2008). Nesse método é utilizada uma escala com 9 pontos de classificação, de acordo com descrições de Laflamme (1997), que determina o ECC de acordo com as características visuais e palpação. O gato caquético é considerado escore 1; magro escore 3; peso ideal escore 5; sobrepeso escore 7; e obeso escore 9.

As medidas morfométricas podem ser utilizadas para estimar a porcentagem de gordura corporal (German, 2006), apresentando uma boa correlação com as técnicas de determinação de composição corporal mais específicas (DEXA) (Mawby et al., 2004). As medidas morfométricas são feitas em vários sítios corporais, e baseiam-se na condição de que as proporções básicas do corpo estão relacionadas ao total de tecido magro, e que qualquer aumento de medida pode ser explicado pela deposição de gordura no local (Barbosa et al., 2001).

São realizadas medidas em centímetros da circunferência torácica (CT) (figura1) na altura da nona costela e a distância entre o calcâneo a patela (DCP)(figura 2). As medidas são colocadas na seguinte fórmula: $\% \text{ gordura} = 1,5 (CT - DCP) / 9$ para se determinar a porcentagem de gordura corporal estimada, sendo então considerados obesos os animais que apresentarem 20% ou mais de gordura corporal (German, 2006).

A pesagem de cães e gatos é um método de diagnóstico de obesidade que não pode ser considerado seguro, pois não existem valores padrões de peso para os animais. Porém, mesmo sem conhecer a faixa ideal de peso, deve-se pesá-los a cada consulta, arquivando os resultados na ficha clínica dos animais, acompanhando as alterações e utilizando como auxílio no diagnóstico da obesidade e na prescrição de dietas (Diez e Nguyen, 2006).

Uma alternativa as técnicas de avaliação da condição corporal em animais de companhia é a realização de um diagnóstico laboratorial por meio da dosagem de leptina, considerado um marcador específico da obesidade em cães e gatos. Já foi determinado que sua concentração plasmática é proporcional ao percentual de gordura corporal nessas espécies (Saxena e Chopra, 2004). Desta forma, para avaliar a condição corporal dos gatos recomenda-se uma abordagem integrada (German e Martin, 2008), de acordo com a facilidade e disponibilidade para a realização dos diferentes métodos.

6. Tratamento

A redução eficaz de peso e a manutenção do peso ideal dependem de muitos fatores, dentre eles a perda de peso gradual, com atenção à dieta, exercício e acompanhamento regular, como parte de um programa coordenado de controle de peso (Shearer, 2010). O tratamento da obesidade baseia-se no aumento do gasto energético e diminuição da ingestão calórica. É imprescindível que o proprietário se conscientize da importância de sua participação nas ações do planejamento da redução de peso do animal, não fornecendo alimentação paralela à dieta estipulada e realizando corretamente a rotina de exercícios físicos (Crystal, 2004).

O controle do peso deve ser buscado antes do aparecimento das consequências relacionadas à obesidade. Frequentemente a obesidade não é causa de consulta médica veterinária, sendo as doenças secundárias o motivo do atendimento clínico, nestes casos fazendo-se necessário o tratamento da doença secundária e da obesidade. Uma das grandes causas de insucessos na redução do peso corporal se deve à incompreensão dos proprietários em aplicar corretamente o programa de emagrecimento por meio da restrição calórica, aumento da atividade física e tratamento das enfermidades secundárias (Guimarães, 2006).

Diferentes dietas foram propostas para o tratamento da obesidade em gatos. Dietas com baixos valores energéticos, que possuem em sua composição pouca gordura e/ou muitas fibras, levam a diminuição da condição corporal do animal, porém promovem também a diminuição da massa magra o que não é desejável num plano de redução de peso. (Zoran, 2002).

Um manejo alimentar ideal para tratamento da obesidade em gatos deve ter como base dietas com ingredientes ricos em proteínas e com baixos níveis de carboidrato, resultando na perda de peso e manutenção da massa magra (Zoran, 2002). Para elaborar uma dieta equilibrada, devem-se utilizar alimentos que previnam as deficiências nutricionais, embora limitem a energia ingerida (Diez e Nguyen, 2006).

A suplementação com L-carnitina auxilia na manutenção da massa magra. O ácido linoleico, associado a altos teores de fibras solúveis, diminuem o esvaziamento gástrico. As fibras insolúveis aumentam o volume do alimento, aceleram o trânsito alimentar e transmitem a sensação de saciedade ao animal, restringindo a ingestão (German, 2006).

A prática de exercícios físicos aumenta o gasto calórico e a taxa metabólica, estimulando a oxidação das gorduras e mantendo a massa magra. O nível de exercícios deve ser recomendado de acordo com a idade e raça do paciente, além da disponibilidade do proprietário. Gatos devem ser estimulados a passar parte do tempo ao ar livre para que aumentem a atividade. Recomenda-se mover o suporte de ração antes das horas das refeições a fim de incentivar a caminhada (German e Martin, 2008).

Um rigoroso acompanhamento do programa de emagrecimento deve ser feito para um correto tratamento, alcançando a perda de peso e melhora do bem estar do animal (Guimarães, 2006).

Referências Bibliográficas

- ALBERTI, K.G.M.M.; ZIMMET, P.; SHAW, J. Metabolic syndrome - a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. **Journal compilation Diabetic Medicine**, v.23, p.469-480, 2006.
- BARBOSA, A.R.; SANTARÉM, J.M.; JACOB FILHO, W. et.al. Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.51, n.1, p.49-56, 2001.

- BODEY, A.R.; SANSON, J. Epidemiological study of blood pressure in domestic cats. **Journal of small animal practice**, v.39, p.567-573, 1998.
- BURKHOLDER, W.J.; TOLL, P.W. Obesity. In: HAND, M.S. et al. (Ed.). **Small animal clinical nutrition**, 4. ed. Marceline: Walsworth, 2000 .p.401-426.
- BUTTERWICK, R.F.; WILLS, J.M.; Sloth, C. et. al. A study of obese cats on a calorie-controlled weight reduction programme. **The veterinary record**, v.134, p.372-377, 1994.
- CASE, L.P. et al. Desenvolvimento e tratamento da obesidade. In: CASE, L.P. et al. **Nutrição canina e felina: manual para profissionais**. Harcourt: Brace, p.247-268, 1998.
- CHAMPION, T. **Efeitos da obesidade e do sobrepeso sobre parâmetros cardiovasculares e respiratórios em gatos**. 2011, 122f. Tese. (Doutorado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal.
- COSTA, C.B.; ALVES, A. Obesidade felina - revisão. **Clínica Veterinária**, n.68, p.42-50, 2007.
- CRYSTAL, M.A. Obesidade. In: NORSWORTHY, G.D.; CRYSTAL, M.A.; GRACE, S. F.; TILLEY L.P. (Eds). **O Paciente feline**. 2.ed. São Paulo: Manole, 2004. p.87-89.
- DIEZ, M.; NGUYEN, P. Obesity: epidemiology, pathophysiology and management of the obese dog. In: PIBOT, P.; BOURGE, V.; ELLIOTT, D. (Eds). **Encyclopedia of Canine Clinical Nutrition**. 1 ed. Aimargues: Aniwa SAS, 2006. p.3-59.
- FAZENDA, M.I.N. **Estudo da relação entre a obesidade e a hipertensão em cães**. 2009, 95f. Dissertação. (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária) Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa.
- GERMAN, A. J. et al. Complications of Overnutrition in Companion Animals. **NAVC clinician's brief**, v.6, n.3, p.11-14, 2008.
- GERMAN, A.J. Clinical risks associated with obesity in companion animals. **WALTHAM Focus**. v.16, n.1, p.21-26, 2006b.
- GERMAN, A.J. The Growing Problem of Obesity in Dogs and Cats. **The Journal of Nutrition**, v.136, p.1940-1946, 2006a.
- GERMAN, A.J.; HOLDEN, S.L.; MOXHAM, G.L. et. al. A Simple reliable tool for owners to assess the body condition of their dog or cat. **Journal of Nutrition**, v.136, p.2031-2033, 2006c.
- GERMAN, A.J.; MARTIN, L. Feline obesity: epidemiology, pathophysiology and management. In: PIBOT, P.; BOURGE, V.; ELLIOTT, D. (Eds). **Encyclopedia of Feline Clinical Nutrition**. 1 ed. Aimargues: Aniwa SAS, 2008. p.3-49.
- GONÇALVES, K.N.V. **Efeito do tratamento da obesidade sobre a glicemia e insulinemia de gatos**. 2006, 60f. Dissertação. (Mestrado em Medicina Veterinária). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Jaboticabal.
- GUIMARÃES, A.L.N.; TUDURY E.A. Etiologias, consequências e tratamentos de obesidades em cães e gatos – revisão. **Veterinária Notícias**. v.12, n.1, p.29-41, 2006.
- HATANO, Y. Hypertriglyceridemia with increased plasma insulin concentrations in cats. **Research in Veterinary Science**, v.88, p.458-460, 2010.
- HOENIG, M.; THOMASETH, K.; WALDRON, M. et al. Insulin sensitivity, fat distribution, and adipocytokine response to different diets in lean and obese cats before and after weight loss. **American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v.292, p.227-234, 2007.
- ISHIOKA, K.; OMACHI, A.; SASAKI, N. et al. Feline Adiponectin: Molecular structures and plasma concentrations in obese cats. **Journal of Veterinary Medical Science**, v.71, p.189-194, 2009.

- ISHIOKA, K.; SOLIMAN, M.M.; SAGAWA M.; et al. Experimental and clinical studies on plasma leptin in obese dogs. **Journal of Veterinary Medical Science**. v. 64, p.349-53, 2002.
- JERICÓ, M.M.; SILVA, M.B.F.P.; MACHADO, F.L.A., Avaliação cardiovascular em cães obesos: mensuração da pressão arterial e achados eletrocardiográficos. **Revista Clínica Veterinária**, v.61, p.66-72, 2006.
- JORDAN. E.; KLEY, S.; LE, N.A. et. al. Dyslipidemia in obese cats. **Domestic Animal Endocrinology**, v.35, p.290-299, 2008.
- KIENZLE, E.; BERGLER, R. Human-animal relationship in owners of normal and overweight cats. **Journal of Nutrition**, v.136, p.1947S-1950S, 2006.
- KIL, D.Y.; SWANSON, K.S. Endocrinology of Obesity. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**. v.40, p.205-219, 2010.
- KURZMAN, I.; MACEWEN, E.G. Canine and feline obesity. **Veterinary Forum**, p. 88-90, 1994.
- LAFLAMME, D.P. Development and validation of a body condition score system for dogs. **Canine practice**, v.22, p.10-15, 1997.
- LAVIE. C. J.; MILANI, R.V.; VENTURA, H.O. Obesity and Cardiovascular Disease Risk Factor, Paradox, and Impact of Weight Loss. **Journal of the American College of Cardiology**, v.53, n.21, 2009.
- LUND E.M.; ARMSTRONG, P.J.; KIRK, C.A. et al. Prevalence and risk factors for obesity in adults cats from private US veterinary practices. **Internal Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, v.3, p.88-96, 2005.
- MANCINI, M.C. Obstáculos diagnósticos e desafios terapêuticos no paciente obeso. [Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia](#). v.45, n.6, p.584-608, 2001.
- MARQUES-LOPES, I.; MARTI, A.; MORENO-ALIAGA, M.J. et. al. Aspectos genéticos da obesidade. **Revista de Nutrição**, v.17, p.327-338, 2004.
- MAWBY, D.I.; BARTGES, J.W.; d'AVIGNON, A. et al. Comparison of various methods for estimating body fat in dogs. **Journal of American Animal Hospital Association**, v.40, p.109-114, 2004.
- MORI, N.; KAWASUMI, K.; SUZUKI, T. et. al. Establishment of temporary criteria for metabolic syndrome (MS) diagnosis and assessment of the occurrence rate of MS in cats. **Journal of animal and veterinary advances**. v.11, p.615-617, 2012.
- MOTA, G.R.; ZANESCO, A. Leptina, ghrelina e exercício físico. [Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia](#). v.51, p.25-33, 2007.
- RANKINEN, T.; KIM, S.Y.; PÉRUSSE, L. et. al. The prediction of abdominal visceral fat level from body composition and anthropometry: ROC analysis. **Internal Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**. v.23, p.801-809, 1999.
- ROBERTSON, I.D. The influence of diet and other factors on owner-perceived obesity in privately owned cats from metropolitan Perth, Western Australia. **Preventive Veterinary Medicine**, n.40, p.75-85, 1999.
- ROMERO, C.E.M.; ZANESCO, A. O papel dos hormônios leptina e grelina na gênese da obesidade. **Revista de Nutrição**, v.19, n.1, p.85-91, 2006.
- ROSS, R.; SHAW, K.D.; MARTEL, Y. et al. Adipose tissue distribution measured by magnetic resonance imaging in obese women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.57, p.470-475, 1993.
- RUSSEL, K.; SABIN, R.; HOLT, S. et al. Influence of feeding regimen on body condition in the cat. **Journal of Small Animal Practice**, v.41, p.12-17, 2000.
- SALVE, M.G.C. Obesidade e Peso Corporal: riscos e consequências. **Movimento e Percepção**, v.6, n.8, p.29-48, 2006.
- SAXENA, K.A.; CHOPRA, R. Renal Risks of anemerging Epidemicofobesity: the role of adipocyte-derived factors. **Dialysis e Transplantation**, v.33, p.11-20, 2004

- SCOTT-MONCRIEFF. Insuline resistance in cats. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v.40, p.241-257, 2010.
- SLOTH, C. Pratical management of obesity in dogs and cats. **Journal of Small Animal Practice**, v.33, p.178-182, 1992.
- ZINI, E.; LINSCHIED, P.; FRANCHINI, M. et. al. Partial sequencing and expression of genes involved in glucose metabolism in adipose tissues and skeletal muscle of healthy cats. **The Veterinary Journal**, v.180, p.66-70, 2009.
- ZINI, E.; OSTO, M.; KONRAD, D. et al. 10-Day Hyperlipidemic Clamp in Cats: Effects on Insulin Sensitivity, Inflammation, and Glucose Metabolism related Genes. **Hormone and Metabolic Research**, v.42, p.340-347, **2010**.
- ZORAN, D. L. The carnivore connection to nutrition in the cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.221, n.11, p.1559-1565, 2002.



Capítulo 10 - Métodos de Controle do [*Rhipicephalus (Boophilus) microplus Canestrini, 1888 (Acari: Ixodidae)*]

Carlos Cesar Jorden Almança¹
Jessica Nascimento Morais Monteiro²
Gabriela Porfirio- Passos²
Lenir Cardoso Porfirio³

1. Introdução

O método de controle mais eficiente para o carrapato bovino é o controle químico, feito através do uso de acaricidas. Os produtos químicos, se usados corretamente, são economicamente viáveis e eficazes, no entanto, com frequência a aplicação não é realizada de forma correta, o que ocasiona a seleção de populações de carrapatos resistentes aos princípios ativos utilizados (Willadsen, 2006).

O controle do carrapato bovino é geralmente efetuado por meio de produtos sintéticos convencionais, que acarretam problemas como o desenvolvimento acelerado da resistência ao princípio ativo e deixa resíduos nos produtos de origem animal, o que têm provocado grande preocupação na sociedade e órgãos governamentais (Leal et al., 2003). O uso incorreto do carrapaticida como a subdose, preparo inadequado e aplicação mal feita, faz com que os carrapatos não morram após contato com o produto. Cada vez que os carrapatos sobrevivem a uma aplicação de carrapaticida, eles transmitem às gerações posteriores informações genéticas de como sobreviver àquele produto (Furlong e Prata, 2006).

2.1. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus Canestrini, 1888 (Acari: Ixodidae)*

Com base em análises moleculares, o carrapato *Boophilus microplus* (Canestrini, 1888) foi reclassificado como pertencente ao gênero *Rhipicephalus*, subgênero *Boophilus* (Murrell e Barker, 2003). No entanto, apesar de filogeneticamente próximos, Caeiro (2006) faz uma reflexão sobre a sistemática do gênero *Rhipicephalus* Koch, 1844 e *Boophilus* Curtice, 1891 e considera que suas características morfológicas e biológicas distintas não

¹ Farmacêutico Bioquímico da Prefeitura Municipal de Muniz Freire/ES. Mestre em Ciências Veterinárias;

² Mestrandas do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo;

³ Profa. Dra. Colaboradora do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo

permitem que o segundo seja considerado um subgênero do primeiro. Apesar desta opinião contrária, será usada a nomenclatura dada por Murrell e Barker (2003): *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Canestrini, 1888).

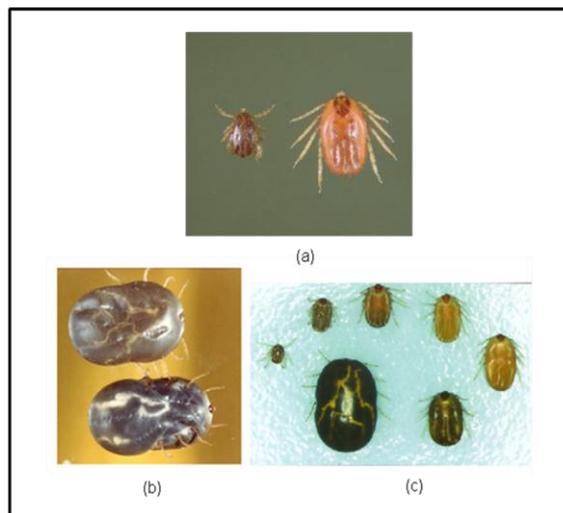


Figura 1. *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*. (a): macho (esquerda) e fêmea (direita); (b): Fêmeas ingurgitadas; (c): Fêmeas de diversos tamanhos. Fonte: (a) Nematodes.org (2006); (b, c) Queensland government (2011).

Rhipicephalus (*Boophilus*) *microplus* é um artrópode hematófago de distribuição cosmopolita. Popularmente conhecido como carrapato do boi, originalmente infestava antílopes, cervos, bovinos e búfalos selvagens no sudeste Asiático. Sua dispersão para as diferentes regiões do globo terrestre localizadas entre os paralelos 32° Norte e 32° Sul seguiu a migração do gado zebuíno, que se apresenta na atualidade como um dos principais problemas sanitários que afetam a pecuária nestas áreas (Leal et al., 2003).

No Brasil, o carrapato bovino encontra condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento em regiões que vão do extremo Sul em direção ao Norte e Nordeste, possibilitando-lhe completar de 2,5 a 3 ou de 3 a 4, e potencialmente até 5 gerações por ano em regiões que apresentem temperaturas médias acima de 17°C (Vidotto, 2002).

O ciclo de vida do carrapato bovino pode ser dividido em uma fase de vida livre e outra fase de vida parasitária. A fase de vida livre se inicia quando a fêmea começa a postura dos ovos no solo e termina quando as larvas eclodidas se fixam no hospedeiro, está é a fase parasitária, que finda com a queda das fêmeas adultas ingurgitadas e fecundadas (Furlong, 2005), para iniciar novo ciclo.

2.2. Controle Químico

Dentre as substâncias químicas utilizadas como pesticidas, pode-se citar os arsenicais (arsênico), organoclorados (DDT, BHC, toxafene, dieldrin), os organofosforados (diazinon, dioxation, coumafós, carbofenotion, etion, fosmet, crotoxifós, clorfenvinfós, bromofosetil e clorpirifós), os carbamatos (carbaril, promacil), os fenilpirazóis (fipronil), as formamidinas (clordimeform), as amidinas (amitraz, cimiazol), as amidinas cíclicas (clenpirim), as tiouréias (clorometiuron), os piretróides sintéticos (deltametrina, cipermetrina, cialotrina, flumetrina), as lactonas macrocíclicas (avermectina, ivermectina, moxidectina, doramectina e eprinomectina) e as feniluréias (fluazuron) (George et al., 2004; Holdsworth, 2005).

Compostos que tiveram seu uso intensificado no Brasil a partir da década de 90, como a ivermectina (Klafke et al., 2006), o amitraz (Farias et al., 2008), os organofosforados (Pruett e Pound, 2006) e os piretróides (Rodríguez-Vivas et al., 2006) têm se mostrado ineficientes contra populações isoladas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. O inibidor de crescimento fluazuron tem sido utilizado na tentativa de evitar essa resistência (Sabatini et al., 2001; George et al., 2004).

Com relação à eficácia de funcionamento do produto carrapaticida, este deve apresentar uma efetividade de 98%. Além de demonstrar essa eficiência, os carrapaticidas devem ser altamente efetivos contra todos os estágios evolutivos dos carrapatos, serem inócuos para o animal e o homem, não deve contaminar o ambiente e não devem ter efeito cancerígeno nem mutagênico (Cordovés, 1997).

As fêmeas adultas de carrapatos ingurgitadas, que são as teleóginas, não realizaram postura quando tratadas com amitraz nas concentrações de 0,01%, 0,03% e 0,05%. Esses dados demonstram a propriedade de inibição da postura, apresentada pelo produto. Foi relatado que 100% dos machos adultos, que são os gonandros, tratados com a solução a 0,05% morreram em 36 horas. A concentração de 0,03% causou a morte de 75% dos machos em 36 horas (Maske et al., 1994).

No sul do estado do Rio Grande do Sul, durante 10 anos, verificou-se que no primeiro triênio os produtos mais usados eram à base de piretróides e no final do mesmo o amitraz dominava o mercado. O percentual de propriedades que apresentaram eficácia ao amitraz superior ou igual a 95% sobre os carrapatos era de 100% no 1º triênio, e com a intensificação de seu uso, houve seleção de populações resistentes, fazendo com que esse percentual de propriedades decrescesse para 79% no 3º triênio (Farias et al., 2008).

Na tentativa de contornar a capacidade de desenvolvimento de resistência do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* aos carrapaticidas sintéticos, o que leva a uma redução gradativa na eficácia desses produtos, os produtores têm substituído o princípio ativo e reduzido o intervalo entre tratamentos, como estratégias utilizadas para controle do carrapato. Essas ações, de efeito temporário, levam ao desequilíbrio ecológico por eliminarem outros organismos vivos sensíveis aos princípios ativos utilizados e ainda possibilitam à contaminação do ambiente (Heimerdinger, 2005).

2.3. Controle Biológico

O ciclo do carrapato sofre influência do tipo de vegetação em que vive. Pastagens nativas com vegetação arbustiva proporcionam abrigo para as teleóginas em postura, enquanto que algumas pastagens, por serem repelentes e tóxicas ou por imobilizarem as larvas através de secreções ou estruturas da planta, podem limitar enormemente o número de carrapatos. O plantio de capim-gordura (*Melinis minutiflora*) (Farias et al., 1986) e de gramíneas do gênero *Stylosanthes* (Sutherst et al., 1982) podem contribuir bastante para o controle do carrapato.

As condições climáticas como temperatura e umidade no campo desempenham papel importante no equilíbrio das populações de carrapatos, alterando os índices de infestação nos bovinos (González, 1995). Nos trópicos, estudos indicam menor tempo no ciclo de vida nos meses quentes (novembro a abril) e maiores nos meses frios (maio a outubro) (Santarém e Sartor, 2003). Também ficou demonstrado que ovos de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* submetidos a baixas temperaturas e umidade tiveram diminuídos os índices de fertilidade e, conseqüentemente, o número de larvas viáveis (Sutherst e Bourne, 2006).

A rotação de pastagens é outra prática de manejo que comprovadamente reduz o nível de infestação pelo carrapato bovino, especialmente nas épocas de pico parasitário.

Pesquisas realizadas por Gauss e Furlong (2002) recomendam o intervalo de 83 dias entre a desocupação de uma área e o retorno dos animais, para reduzir totalmente a população de larvas infestantes em pastagem de *Brachiaria decumbens*. Relataram que com 30 dias de intervalo de utilização das áreas por animais, não houve redução na população de larvas e com 60 dias de intervalo, a redução foi apenas de 37,5%.

Predadores naturais como a garça-vaqueira (*Egretta ibis*); os pássaros vira-bosta (*Molothrus bonariensis*); o quero-quero (*Vanellus chilensis*) e as formigas carnívoras (González, 1995) reduzem a população de carrapatos.

Espécies parasitas, como os fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae*, *Metarhizium flavoviride* e *Beauveria bassiana* têm sido estudados como ferramentas de controle do carrapato bovino (Frazzon et al., 2000), assim como as bactérias *Cedecea lapagei*, *Escherichia coli* e *Enterobacter agglomerans*, que são normalmente encontradas no aparelho reprodutor feminino do carrapato (Brum, 1988), ou ainda nematódeos, têm também se mostrado eficientes no controle biológico de insetos (Samish e Glazer, 2001).

A seleção de raças bovinas menos sensíveis ao carrapato pode reduzir a infestação pelo *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Os animais *Bos indicus* são mais resistentes aos carrapatos do que os animais *Bos taurus*. O gado europeu é menos resistente ao carrapato, provavelmente, pelo pouco contato com este parasita, no entanto, existem raças com diferentes níveis de resistência (Furlong e Prata, 2006).

2.4. Controle Imunológico

Vacinas fabricadas com antígeno do carrapato têm se mostrado bastante efetivas como método alternativo para o controle carrapaticida. Essas vacinas atuam na ativação do sistema imunológico dos bovinos com posterior formação de anticorpos específicos contra substância protéica, de natureza antigênica. Os anticorpos ingeridos pelos carrapatos durante a alimentação (hematofagismo) produzirão lesões intestinais, nos carrapatos, levando-os à morte ou causando-lhes danos que irão interferir em sua reprodução (Kemp, 1986).

Existem atualmente duas vacinas disponíveis comercialmente que controlam parcialmente o carrapato bovino. Elas são baseadas na proteína Bm86, identificada por meio de testes de vacinação e purificada a partir de extrato de intestino de fêmeas do carrapato. A eficácia das vacinas disponíveis, que usam a Bm86 recombinante produzida em bactérias e leveduras, varia entre 51% e 91%, dependendo das características da população de carrapato e da condição nutricional dos bovinos utilizados no teste (Rodríguez et al., 1995; Patarroyo et al., 2002).

Além dos antígenos que compõem as vacinas comercialmente disponíveis, têm sido descritas outras proteínas que conferem algum grau de proteção ou induzem a produção de anticorpos que interferem no sucesso reprodutivo do carrapato, tais como: BYC (*Boophilus Yolk pro-Cathepsin*), VTDCE (cisteíno-endopeptidase degradadora de vitelina) e BmTIs (*Boophilus microplus trypsin inhibitors*) (Parisi, 2010). Embora essas vacinas estejam comercialmente disponíveis, elas não asseguram o grau de proteção necessário para suprimir o uso de acaricidas (Willadsen et al., 1996; Jonsson et al., 2000).

2.5. Controle com Produtos Fitoterápicos

Apenas 8% das espécies vegetais da flora brasileira foram estudadas em busca de compostos bioativos e 1100 espécies foram avaliadas em suas propriedades medicinais.

Destas, cerca de 500 plantas foram registradas no Ministério da Saúde para comercialização (Carvalho et al., 2008).

O uso de produtos naturais poderia minimizar o desequilíbrio ecológico e a contaminação ambiental causada pelo uso intensivo de produtos químicos sintéticos (Hernández et al., 1987). As plantas, de forma semelhante aos microrganismos, produzem grande diversidade de substâncias químicas, derivadas do metabolismo secundário (conhecidas como flavonóides, alcalóides, taninos, antraquinonas, óleos essenciais, saponinas, cumarinas, dentre outras), e apresentam oportunidades para a identificação de novos produtos com possível utilização econômica (Simões et al., 2003).

Existem diversas formas de utilização de plantas medicinais. Para uso interno tem-se: infusões, decocções e macerações (chás), preparados com água; inalações; xaropes; pós; tinturas; extratos fluídos; extratos secos; vinhos medicinais. Para uso externo tem-se: óleos; cataplasmas; unguentos e pós (Lorenzi e Matos, 2002).

Cabe ressaltar que existem diferenças conceituais entre medicamento fitoterápico, planta medicinal e droga vegetal, de acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n.º 14 (2010) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2010), que indica que o medicamento fitoterápico é produzido utilizando-se plantas medicinais ou, mais comumente, as drogas vegetais.

Existem muitas desigualdades em relação às quantidades, partes da planta, forma e época de colheita, estágio de desenvolvimento, forma de obtenção e tempo de conservação das substâncias (óleos essenciais, entre outros componentes) da planta a ser utilizada. Somando-se a estes questionamentos, têm-se recomendações de mistura de diferentes plantas o que dificulta a análise de resultados individuais de determinados grupos de plantas (Garcia e Lunardi, 2001). Mas seu uso se sobressai devido à grande biodiversidade vegetal existente, baixo custo, fácil disponibilidade nas propriedades e, principalmente, pela baixa ou ausência de contaminação do ambiente e, em consequência, dos animais e do homem (Heimerdinger, 2005).

As plantas têm sido fonte de substâncias com diferentes estruturas químicas e com diversas atividades contra artrópodes (Vivan, 2005). No Brasil, trabalhos que utilizam óleos emulsionáveis de eucalipto (*Eucalyptus* spp., Myrtaceae) (Chagas et al., 2002), azadiractina, presente em plantas da família Meliaceae (*Melia azedarach*) (Borges et al., 2003) e pulegona extraída do óleo essencial de espanta-pulga (*Hesperozygis ringens*, Lamiaceae) (Ribeiro et al., 2010) mostraram-se promissores no controle desse parasito.

O nim, *Azadirachta indica* A. Juss é a espécie botânica atualmente mais estudada e classificada como pesticida de alta eficiência e baixo efeito residual (Aguiar-Menezes, 2005; Soglia et al., 2006). Extratos desta planta podem ser utilizados para o controle de determinadas espécies de carrapatos como *Hyalomma anatolicum excavatum* Koch (Acarina: Ixodidae), *Amblyomma americanum* L. (Acarina: Ixodidae) e *Dermacentor variabilis* Say (Acarina: Ixodidae) (Santos et al., 2006). Outras plantas medicinais com efeito inseticida são o *Chrysanthemum cinerariaefolium*, *Derris lonchocarpus*, *Tephrosia* spp., *Melia toosendan* (Viegas Júnior, 2003) e *Chenopodium ambrosioides* (Rajkumar e Jebanesan, 2008).

A erva-de-santa-maria, também conhecida como mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) da família *Amaranthaceae* (Senna, 2010) é originária da América Central e do Sul e espontânea em todas as regiões do Brasil, onde é considerada planta daninha (Lorenzi e Matos, 2002). Seus extratos ou óleo essencial apresentaram propriedades acaricida (Chiasson et al. 2004a) e inseticida (Chiasson et al. 2004b; Rajkumar e Jebanesan, 2008; Paul et al., 2009).

Diferentes plantas têm sido utilizadas em programas de controle do carrapato bovino, para a redução do uso de produtos acaricidas sintéticos, dentre elas cita-se o capim-gordura (*Melinis multiflora* Beauv.) (Prates et al., 1993) e algumas espécies do gênero *Stylosanthes*

(Castrejón et al., 2003). Em todo o mundo, extratos de aproximadamente 55 espécies de plantas pertencentes a 26 famílias já foram avaliadas contra *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Borges et al., 2011).

A fitoterapia e a homeopatia são bases para o controle de doenças na produção animal ecológica, e traz vantagem do melhor retorno econômico pelo menor custo com a compra de produtos químicos industrializados, não deixa resíduos tóxicos contaminantes, além de apresentarem resultados na prevenção e na cura de doenças (Araújo Filho, 2000).

Pesquisas utilizando a fitoterapia no controle de carrapatos de bovinos são escassos, principalmente trabalhos *in vivo*. No entanto, ao se aplicar os fundamentos do manejo integrado de pragas, em que o potencial de determinado método de controle pode ser incrementado com a associação de outros métodos, a utilização de extratos das plantas medicinais pode ser uma forma de reduzir a quantidade de produtos químicos sintéticos carrapaticidas a serem utilizados, com redução de contaminação ambiental.

2.6. Controle com Homeopatia, Isoterápicos e Bioterápicos

No tratamento de rebanhos com homeopatia, a particularização é feita a partir do momento que se entende, que o rebanho pode ser considerado um organismo único; cada grupo tem características próprias: raça, temperamento, ocorrência geográfica e outros. Todos são fatores que devem ser levados em conta e que caracterizam aquele rebanho como único e suas moléstias como particulares (Souza, 2002).

Os medicamentos homeopáticos podem ser preparados como tinturas, pós, glóbulos ou pequenas pílulas, todos de sacarose ou lactose. Devem ser protegidos da luz forte, calor e odores, especialmente cânfora. São administradas sob a língua, diretamente na boca, estômago, nariz, órgãos respiratórios ou fricção na pele (Spinosa et al., 2002). São métodos sem geração de estresse. E enfatizam olhar mais atento ao indivíduo e suas particularidades, visando restabelecer o equilíbrio do organismo como um todo (Honorato, 2006).

Em dinamização homeopática, na sexta centesimal hahnemanniana (CH6), extratos de princípios ativos da planta medicinal arruda (*Ruta graveolens*) foram utilizados com sucesso no controle do número de teleógenas de *R. (B.) microplus*, pois atingiu 81,81% de controle de eclodibilidade dos ovos, o que torna o produto aceito para comercialização, de acordo com as normas dos Órgãos Governamentais (Aurnheimer et al., 2012).

Na prática, entre 8 a 12 meses de tratamento homeopático, a infestação é reduzida drasticamente no gado de corte parasitado. No gado leiteiro que se mostra mais susceptível ao carrapato, a limpeza da pastagem é satisfatória entre 12 a 36 meses (Arenales, 2002). Por ser permitido em bovinos mantidos em sistema de produção orgânica, o uso de medicamentos homeopáticos pode reduzir as aplicações de quimioterápicos nos animais, o que reduz a seleção dos carrapatos susceptíveis aos tratamentos convencionais (ARENALES et al., 2006).

O tratamento de um grupo de indivíduos com a mesma doença é descrito como *Genius epidemicus* por Hahnemann, criador da homeopatia. Os isoterápicos ou heteroisoterápicos, insumos ativos internos ou externos ao paciente, respectivamente, são produzidos com os mesmos causadores da doença ou do desequilíbrio. Para isso, são utilizados organismos vivos, como exemplo, o carrapato, que deve ser dinamizado conforme técnicas recomendadas pela 3^o Farmacopéia Homeopática Brasileira (2011).

Diferentes formas homeopáticas, entre elas, os isoterápicos e bioterápicos, são utilizados no combate ao carrapato. Estes produtos, embasados em trabalhos científico, são comercializados e utilizadas com sucesso.

3. Referências Bibliográficas

- AGUIAR-MENEZES, E.L. **Inseticidas Botânicos**: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58 p.
- ARAÚJO FILHO, R. **Introdução à pecuária ecológica**: a arte de criar animais sem drogas ou venenos. Porto Alegre: São José, 2000. 136p.
- ARENALES, M.C. homeopatia em gado de corte. **I Conferência Virtual Global sobre Produção Orgânica de Bovinos de Corte**. Embrapa Pantanal. 02 set. à 15 out. 2002.
- ARENALES, M.C.; MORAES, A.; MORAES, F. Evaluation of the use of homeopathic products for the control of parasites and weight in Indian cattle (nelore), in Brazil. **Anais of World Buiatrics Congress, Nice**. 24, 2006,
- AURNHEIMER, R.C.M.; PEREIRA, M.A.V.C.; VITA, G.F. et al. Eficiência *in vitro* de *Ruta graveolens*, nas formas fitoterápica e homeopática, para o controle de carrapatos. **ARS Veterinaria**, Jaboticabal, SP, v.28, n.2, 122-127, 2012.
- BORGES, L.M.F.; FERRI, P.H.; SILVA, W.J. et al. *In vitro* efficacy of extracts of *Melia azedarach* against the tick *Boophilus microplus*. **Medical and Veterinary Entomology**, Singapore. v. 17, n. 2, p. 228-231, 2003
- BORGES, L.M.F.; SOUSA, L.A.D.; BARBOSA, C.S. Perspectives for the use of plant extracts to control the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, v. 20, n. 2, p. 89-96, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n.º 14, de 31 de março de 2010. (2010b). **Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos**. Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2010/>>. Acesso: 16 maio 2011.
- BRUM, J.G.W. Infecção em teleóginas de *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) por *Cedecea lapagei*. In: Grimont *et al.*, 1981: **Etiopatogenia e sazonalidade**. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1988.
- CAEIRO, V. Reflexão sobre a taxonomia actual dos *Ixodidae*. A sistemática morfológica versus sistemática molecular - o género *Rhipicephalus* e o género *Boophilus*. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 101, n. 37-39, p. 557-558, 2006.
- CARVALHO, A.C.B.; BALBINO, E.E.; MACIEL, A. et al.. Situação do registro de medicamentos fitoterápicos no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 18, n. 2, p. 314-319, 2008.
- CASTREJÓN, F.M.; CRUZ-VÁZQUEZ, C.; FERNÁNDEZ-RUVALCABA, M. et al. Repellence of *Boophilus microplus* larvae in *Stylosanthes humilis* and *Stylosanthes hamata* plants. **Parasitología Latinoamericana**, v. 58, n. 3-4, p. 118-121, 2003.
- CHAGAS, A.C.S.; PASSOS, W.M.; PRATES, H.T. et al. Efeito acaricida de óleos essenciais e concentrados emulsionáveis de *Eucalyptus* spp. em *Boophilus microplus*. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 5, p. 247-253, 2002.
- CHIASSEON, H.; BOSTANIAN, N.J.; VINCENT, C. Acaricidal properties of a *Chenopodium*-Based Botanical. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n.4, p.1373-1377, 2004 a.
- CHIASSEON, H.; VINCENT, C.; BOSTANIAN, N.J.. Insecticidal properties of a *Chenopodium*-Based botanical. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n. 4, p. 1378-1383, 2004 b.
- CORDOVÉS, C.O. **Carrapato**: controle ou erradicação. Guaíba: Agropecuária, 1997. 176p.

- FARIAS, N.A.R.; GONZALES, J. C.; SAIBRO, J.C. Antibiose e antixenose entre forrageiras e larvas de carrapatos de boi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 12, p.1313-1320, 1986.
- FARIAS, N.A.R.; RUAS, J.L.; SANTOS, T.R.B. Análise da eficácia de acaricidas sobre o carrapato *Boophilus microplus*, durante a última década, na região Sul do RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1700-04, 2008.
- FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA. 3^o edição. 2011.
- FRAZZON, A.P.G.; VAZ, I.S.; MASUDA, A. et al. *In vitro* assessment of *Metarhizium anisopliae* isolates to control the cattle tick *Boophilus microplus*. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 94, p. 117-125, 2000.
- FURLONG, J. **Carrapato: problemas e soluções**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005.
- FURLONG, J.; PRATA, M. **Resistência dos carrapatos aos carrapaticidas**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. 2 p. (Circular Técnica, 34).
- GARCIA, J. P. O., LUNARDI, J. J. **Práticas alternativas de prevenção e controle das doenças dos bovinos**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2001. 46p.
- GAUSS, C.L.B.; FURLONG, J. Comportamento de larvas infestantes de *Boophilus microplus* em pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p.467-472, 2002.
- GEORGE, J. E.; POUND, J. M.; DAVEY, R. B. Chemical control of ticks on cattle and the resistance of these parasites to acaricides. **Parasitology**, London, v. 129, p. S15-S36, 2004.
- GONZÁLES, J. C. **O controle do carrapato do boi**. 2. ed. Porto Alegre: Edição do Autor, 1995.
- HEIMERDINGER, A. **Extrato alcoólico de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*) no controle do carrapato (*Boophilus microplus*) de bovinos leiteiros**. Santa Maria, RS. 2005. 64 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria.
- HERNÁNDEZ, L. E., PARRA, D. G., MARIN, A. C. Acción repelente y acarida del *Melinis minutiflora* sobre el *Boophilus microplus*. **Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas**, v.16, p.17-21, 1987.
- HOLDSWORTH, P.A. **Ectoparasiticide use in contemporary Australian livestock production**. Canberra: Avcare Limited, 2005.
- HONORATO, L. A; **Interação Humano-Animal e o uso de Homeopatia em Bovinos de Leite**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agro ecossistemas), CCA - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.
- JONSSON, N.N.; MAYER, D.G.; GREEN, P.E. Possible risk factors on Queensland dairy farms for acaricide resistance in cattle tick (*Boophilus microplus*). **Veterinary Parasitology**, v. 88, n. 1-2, p. 79-92, 2000.
- KEMP, D.H.; AGBEDE, R.I.S.; JHONSTON, L.A.Y. et al. Immunization of cattle against *Boophilus microplus* using extracts derived from adult female ticks: Feeding and survival of the parasite on vaccinated cattle. **International Journal for Parasitology**. Washington, v. 16, p. 115-120, 1986.
- KLAFKE, G.M.; SABATINI, G.A.; ALBUQUERQUE, T.A. et al. Larval immersion tests with ivermectin in populations of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) from State of Sao Paulo, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 142, n. 3-4, p. 386-390, 2006.
- LEAL, A.T.; FREITAS, D.R.J.; VAZ JÚNIOR, I.S. Perspectivas para o controle do carrapato bovino. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 31, n. 1, p. 1-11, 2003.
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

- MASKE, D.K.; BHILEGAONKAR, N.G.; SARDEY, M.R. *In vitro* trials of amitraz against *Boophilus microplus*. **Journal of Bombay Veterinary College**, v. 5, n. 1/2, p. 55-58, 1994.
- MURRELL, A.; BARKER, S.C.. Synonymy of *Boophilus* Curtice, 1891 with *Rhipicephalus* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae). **Systematic Parasitology**, Dordrecht, v. 56, n. 3, p. 169-172, 2003.
- NEMATODES.ORG. 2006. Available at: <<http://www.nhc.ed.ac.uk/index.php?page=24.25.119#Boophilus>>. Accessed on: may. 18, 2011.
- PARISI, L. F. **Proteção cruzada contra a infestação de *Rhipicephalus (boophilus) microplus* em bovinos vacinados com a glutathione-S-transferase recombinante de *Haemaphysalis longicornis***. Porto Alegre: UFRGS, 2010, 116 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Biologia Celular e Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- PATARROYO, J.H.S.; PORTELA, R.W.; DE CASTRO, R.O. et al. Immunization of cattle with synthetic peptides derived from the *Boophilus microplus* gut protein (Bm86). **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 88, n. 3-4, p. 163-172, 2002.
- PAUL, U.V.; LOSSINI, J.S.; EDWARDS, P.J. et al. Effectiveness of products from four locally grown plants for the management of *Acanthoscelides obtectus* (Say) and *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (both Coleoptera: Bruchidae) in stored beans under laboratory and farm conditions in Northern Tanzania. **Journal of Stored Products Research**, v. 45, n. 2, p. 97-107, 2009.
- PRATES, H.T.; OLIVEIRA, A.B.; LEITE, R.C. et al. Atividade carrapaticida e composição química do óleo essencial do capim-gordura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 5, p. 621-625, 1993.
- PRUETT, J.H.; POUND, J.M. Biochemical diagnosis of organophosphate-insensitivity with neural acetylcholinesterase extracted by sonication from the adult tick synganglion. **Veterinary Parasitology**, v. 135, n. 3-4, p. 355-363, 2006.
- QUEENSLAND GOVERNMENT. 2011. Available at: <http://www.dpi.qld.gov.au/4790_12815.htm>. Accessed on: may. 18, 2011.
- RAJKUMAR, S.; JEBANESAN, A. Bioactivity of *Chenopodium ambrosioides* L. (Family: Chenopodiaceae) against the filariasis vector *Culex quinquefasciatus* say (Diptera: Culicidae). **Canadian Journal of Pure and Applied Sciences**, v. 2, n. 1, p. 129-132, 2008.
- RIBEIRO, V.L.S.; SANTOS, J.C.; BORDIGNON, S.A.L. et al. Acaricidal properties of the essential oil from *Hesperozygis ringens* (Lamiaceae) on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 7, p. 2506-2509, 2010.
- RODRIGUEZ, M.; MASSARD, C.L.; DA FONSECA, A.H. et al. Effect of vaccination with a recombinant Bm86 antigen preparation on natural infestations of *Boophilus microplus* in grazing dairy and beef pure and cross bred cattle in Brazil. **Vaccine**, v. 13, n.18, p. 1804-1808, 1995.
- RODRÍGUEZ-VIVAS, R.I.; RODRÍGUEZ-AREVALO, F.; ALONSO-DÍAZ, M.A. et al. Prevalence and potential risk factors for amitraz resistance in *Boophilus microplus* ticks in cattle farms in the State of Yucatan, Mexico. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 75, n. 3-4, p. 280-286, 2006.
- SABATINI, G.A.; KEMP, D.H.; HUGHES, S. et al. Tests to determine LC50 and discriminating doses for macrocyclic lactones against the cattle tick, *Boophilus microplus*. **Veterinary Parasitology**. Amsterdam, v. 95, p. 53-62, 2001.
- SAMISH, M.; GLAZER, I. Entomopathogenic nematodes for the biocontrol of ticks. **Trends in Parasitology**, v. 17, n. 8, p. 368-371, 2001.

- SANTARÉM, V.A.; SARTOR, I.F. Fase de vida livre e flutuação sazonal do *Boophilus microplus* em Botucatu, São Paulo, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 1-150, jan./jun. 2003.
- SANTOS, A.C.G.; RODRIGUES, O.G.; ARAÚJO, L.V.C. et al. Uso de extrato de Nim no controle de acariase por *Myobia musculi* Schranck (Acari: Miobidae) e *Myocoptes musculus* Koch (Acari: Listrophoridae) em camundongos (*Mus musculus* var. *albina* L.). **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 2, p. 269-272, 2006.
- SENNA, L. *Chenopodium* In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. Available at: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB004313>>. Accessed on: may. 20, 2010.
- SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. rev. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2003.
- SOUZA, M.F.A. Homeopatia veterinária. **I Conferência Virtual Global** sobre produção orgânica de bovinos de corte. Embrapa Pantanal. 02 set à 15 out. 2002.
- SOGLIA, M.C.; OSÓRIO, A.C.B.; SANTOS NETO, C. et al. **Usos e aplicações do Nim (*Azadirachta indica*)**. 2006. Available at: <http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/cartilha/cartilha_nim_2006.pdf>. Accessed on: jun. 20, 2011.
- SPINOSA, H. S, et al. **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. 3 ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan. S. A, 2002.
- SUTHERST, R.W.; BOURNE, A.S. The effect of desiccation and low temperature on the viability of eggs and emerging larvae of the tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini) (Ixodidae). **International Journal for Parasitology**, v. 36, n. 2, p. 193-200, 2006.
- SUTHERST, R.W.; JONES, R.J.; SCHNTTZERLING, H.J. Tropical legumes of the genus *Stylosanthes* immobilize and kill cattle ticks. **Nature**, v. 295, n. 28, p. 320-321, 1982.
- VIDOTTO, O. **Complexo Carrapato - Tristeza parasitária e outras parasitoses de bovinos**, 2002. Available at: <<http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/complexo-08-03.pdf>>. Accessed on: may. 23, 2011.
- VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.
- VIVAN, M.P. **Uso do cinamomo (*Melia azedarach*) como alternativa aos agroquímicos no controle do carrapato bovino (*Boophilus microplus*)**. Florianópolis, SC. 2005. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina.
- WILLADSEN, P. Tick control: Thoughts on a research agenda. **Veterinary Parasitology**, v. 138, n. 1-2, p. 161-168, 2006.
- WILLADSEN, P.; SMITH, D.; COBON, G. et al. Comparative vaccination of cattle against *Boophilus microplus* with recombinant antigen Bm86 alone or in combination with recombinant Bm91. **Parasite Immunology**, v. 18, n. 5, p. 241-246, 1996.



Capítulo 11 - Hematúria enzoótica bovina, aspectos etiológicos, epidemiológicos, clínicos e histopatológicos

Maria Aparecida da Silva¹
Louisiane de Carvalho Nunes²

Introdução

A hematúria enzoótica bovina (HEB) é uma doença não infecciosa e crônica, causada pela intoxicação por *Pteridium aquilinum*, planta conhecida vulgarmente como samambaia. Esta enfermidade caracteriza-se pelo desenvolvimento de neoplasias na mucosa da bexiga dos bovinos, quando ocorre ingestão da planta. Clinicamente, os animais afetados, apresentam hematúria intermitente e morte por anemia, uma vez que ocorre perda de sangue sem reposição pela medula (anemia aplástica) (Radostitis et al., 2007).

Na microrregião do Caparaó, ES, Silva et al. (2009) encontraram alta prevalência de bovinos com HEB (56,4%) ao constatarem 22 animais com hematúria dentre 39 bovinos enfermos. Estes autores também afirmaram que nesta região há clima e solo propícios ao crescimento e desenvolvimento da *P. aquilinum*. Desta forma, a HEB tem se tornado um problema econômico importante para os produtores da região, tendo em vista a diminuição da produção de leite e às mortes dos animais acometidos (Nunes, 2009).

As lesões hemangiomatosas que são observadas na parede da bexiga de animais com HEB podem estar relacionadas a diversos tipos de processos neoplásicos de origem epitelial e mesenquimal (Tokarnia et al., 2000). Peixoto et al. (2003) afirmaram que em um mesmo animal podem existir mais de um tipo de neoplasma, e que a histogênese destes tumores é variada. De acordo com Souto et al. (2006), o diagnóstico de HEB é estabelecido com base na epidemiologia, sinais clínicos e nas lesões macroscópicas e microscópicas da bexiga.

Tendo em vista a histogênese variada dos neoplasmas, a classificação tumoral pelo exame histopatológico de rotina torna-se difícil, necessitando, algumas vezes, da realização de técnicas mais específicas (Silva, 2012).

Objetivou-se por meio deste trabalho revisar os aspectos etiológicos, epidemiológicos, clínicos e histopatológicos da hematúria enzoótica bovina, tendo em vista sua importância para o estado do Espírito Santo, Brasil.

¹ Mestre em Ciências Veterinárias pelo PPGCV e doutoranda em Ciência Animal, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

² Professora PhD em Patologia Animal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo, Brasil. E-mail: louisiane.nunes@ufes.br

1- *Pteridium aquilinum* e seus princípios tóxicos

Pteridium aquilinum, conhecida popularmente como “samambaia-do-campo” ou simplesmente “samambaia”, pertence à família Polypodiaceae e ao gênero *Pteridium* que compreende apenas uma só espécie, *P. aquilinum*. Esta, por sua vez, contém duas subespécies *P. aquilinum aquilinum* e *P. aquilinum caudatum*. No Brasil, entretanto, encontra-se *P. aquilinum caudatum* variedade *arachnoideum* que ocorre em regiões montanhosas e serras do Sul e Sudeste, desenvolvendo-se melhor em zonas frias, de boa pluviosidade e com solos bem drenados e ácidos (Tokarnia et al., 2000).

Pteridium aquilinum é uma planta rizomatosa com folhas grandes bipinadas que medem de 60 a 180 cm de comprimento e 60 a 120 cm de largura. As folhas formam touceiras densas, ou se estendem ao longo dos rizomas que ficam profundamente enterrados, o que permite à planta resistir às queimadas. A espécie é considerada invasora, sendo bastante frequente em solos ácidos, arenosos e de baixa fertilidade, infestando campos, encosta de morros, matas ciliares, capoeiras, beiras de matas e estradas. *P. aquilinum*, se mantém exuberante em ambientes onde há pouca competição, por isso, a remoção da cobertura vegetal cria o habitat ideal para a invasão. Quando infesta pastos, sua erradicação é muito difícil, pois seus rizomas penetram profundamente no solo e voltam a brotar mesmo quando as pastagens são renovadas e seus esporos podem viajar por quilômetros carregados pelo ar e colonizar outras áreas das pastagens (Spinosa et al., 2008)

Esta planta é considerada uma das plantas tóxicas mais importantes no mundo, apresenta distribuição cosmopolita e causa quadros de intoxicação em várias espécies de animais, principalmente em rebanhos bovinos e equinos de diversas partes do mundo (Tokarnia et al., 2000). Apresenta alto potencial carcinogênico, que pode ser observado tanto em animais, quanto em seres humanos que consomem a planta (Alonso-Amelot, 1999; Sugimura, 2000). *Pteridium* spp. é a única planta conhecida capaz de levar ao surgimento natural de neoplasias em animais (Smith, 1997).

Pteridium aquilinum apresenta vários princípios tóxicos. Dentre eles, destacam-se a tiaminase e o ptaquilosídeo. A tiaminase é uma enzima que hidrolisa a tiamina (vitamina B₁) inativando-a. Sua inibição altera o metabolismo de gorduras, carboidratos e proteínas, isso ocorre, pois a tiamina é um cofator em reações de descarboxilação, como a conversão do piruvato a acetil-CoA e a oxidação de α -cetogluturato a succinil-CoA. A tiaminase é a responsável por quadros neurológicos observados somente em monogástricos, pois ruminantes tem produção de tiamina por microorganismos do rúmen (Spinosa et al., 2008).

O ptaquilosídeo é um glicosídeo carcinogênico encontrado em *Pteridium aquilinum* (Spinosa et al., 2008) e pode ser encontrado no leite de vacas que consomem a samambaia (Alonso-Amelot et al., 1993). É um composto instável em solução aquosa na presença de ácido, base ou calor, degradando-se rapidamente em pterosina B e D-(+) glicose. Em condições alcalinas, o ptaquilosídeo pode dar origem a um conjugado denominado dienona. A dienona é o verdadeiro composto tóxico da samambaia, pois apresenta o anel ciclopropil aberto e promove o aparecimento de uma terminação livre (OH), que interage, preferencialmente com um átomo de nitrogênio da base adenina do DNA. Portanto, por atravessar a membrana celular e nuclear da célula, a dienona pode associar-se ao DNA, provocando uma alteração permanente e irreparável em determinados genes, propiciando a formação e multiplicação de um tecido afuncional e neoplásico (Spinosa et al., 2008).

Como os ruminantes apresentam urina e saliva alcalinas (Radostitis et al., 2007) as neoplasias se desenvolvem principalmente nas vias digestivas superiores e na bexiga urinária, no entanto para que isso aconteça é necessário que ocorra uma ingestão crônica da planta (Tokarnia et al., 2000). O ptaquilosídeo afeta também a medula óssea causando anemia aplásica crônica (Schalm e Jain, 1986).

2 - Efeitos tóxicos de *Pteridium aquilinum*

O principal fator que faz com que os animais consumam a samambaia é a fome, que pode ser decorrente de uma superlotação dos pastos, que ocasiona falta de material fibroso na alimentação e de períodos de seca. Os animais podem ainda ser intoxicados ao serem colocados em pastos contaminados após transporte prolongado, pelo hábito de comerem a planta e pelo uso de fenos contaminados (Gava, 1994).

Os animais acometidos pelos compostos químicos de *P. aquilinum* podem desenvolver diversos quadros clínicos. Em equinos é possível observar sinais neurológicos e em bovinos pode-se observar três quadros clínicos de intoxicação (Tokarnia et al., 2000).

Animais monogástricos, principalmente os equinos, quando intoxicados pela ingestão de *P. aquilinum* apresentam sintomatologia neurológica. A morte pode ser precedida de espasmos clônicos e opistótono. Deve-se fazer diferenciação com raiva, encefalomielite e leucomalácia equina (Spinosa et al., 2008).

Bovinos que ingerem quantidades iguais ou superiores a $10\text{g kg}^{-1}\text{dia}^{-1}$, por 2-11 semanas podem desenvolver um quadro agudo de diátese hemorrágica (Tokarnia et al., 2000). A diátese hemorrágica manifesta-se clinicamente nos animais como uma síndrome hemorrágica, acompanhada por temperatura retal elevada, petéquias pela pele e mucosas visíveis, corrimento nasal muco-sanguinolento, diarréia com sangue, (Tokarnia et al., 2000; Marçal et al., 2002) e hemorragias em locais de punção por agulha (Rissi et al., 2007). A morte pode ocorrer até 72 horas após o início dos sintomas (Tokarnia et al., 2000; Marçal et al., 2002).

Em animais que morreram em decorrência da diátese hemorrágica, ao se realizar a necropsia é possível observar: lesões hemorrágicas no subcutâneo, hemorragias no baço, intestino e bexiga, úlceras nas mucosas do abomaso e intestino delgado, edema e petéquias no trato digestivo, restos de samambaia no rúmen (Marçal et al., 2002) e áreas de infarto nos rins e fígado (Rissi et al., 2007). Ao realizar o exame histopatológico pode-se encontrar rarefação de tecido hematopoiético na medula óssea, depressão da série megacariocítica e granulocítica (Tokarnia et al., 2000; Marçal et al., 2002; Rissi et al., 2007), hemorragias intramurais e nas serosas de vários órgãos, áreas focais de necrose invadidas por bactérias, principalmente no fígado e rim, trombos e áreas de necrose nos pulmões (Rissi et al., 2007).

Os bovinos que ingerem *P. aquilinum* em uma quantidade inferior a $10\text{g kg}^{-1}\text{dia}^{-1}$, durante um ou mais anos podem desenvolver os quadros crônicos de carcinomas de células escamosas no trato alimentar superior ou de hematúria enzoótica bovina (Tokarnia et al., 2000).

Nos casos de intoxicação crônica que acometem o trato alimentar superior e causa o aparecimento de carcinoma de células escamosas é possível encontrar os quadros clínicos de: emagrecimento progressivo, tosse, timpanismo, regurgitação (Rissi et al., 2007; Gabriel et al., 2009), atonia ruminal, disfagia, estertor, apetite seletivo, sialorréia, anorexia, extensão do pescoço, fraqueza, dificuldade de deglutir, halitose, decúbito, dispnéia, edema de faringe, secreção nasal e queda na produção de leite (Gabriel et al., 2009).

No hemograma dos animais com o quadro crônico de carcinoma de células escamosas no trato alimentar superior na maioria das vezes não há alterações, no entanto em alguns casos, pode-se encontrar anemia arregenerativa leve, linfopenia, eosinofilia e monocitose (Gabriel et al., 2009).

Os achados necroscópicos são: massas tumorais no trato digestivo (base da língua, palato mole, faringe, esôfago, entrada do rúmen), e podem estar associadas a papilomas; metástases no pulmão, linfonodos cervicais, retrofaríngeos, abdominais e fígado. Carcinomas de células escamosas e papilomas no trato digestivo são observados no exame histopatológico (Rissi et al., 2007).

Animais que são acometidos pelos carcinomas de células escamosas no trato alimentar superior podem concomitantemente apresentar na bexiga lesões neoplásicas como fibroma, hemangioma, papilomas, hemangiossarcoma e carcinoma de células de transição. Além das lesões neoplásicas, lesões não neoplásicas como displasia, ninhos de Brunn, hiperplasia, cistite cística, cistite polipóide, dilatação vascular, hemorragia, edema e folículos linfóides também podem ser observadas em associação (Gabriel et al., 2009).

Outro quadro crônico causado pela intoxicação pela samambaia é conhecido como hematúria enzoótica bovina que é uma doença não infecciosa (Tokarnia et al., 2000) que se caracteriza pelo surgimento de neoplasias na mucosa da bexiga (Radostitis et al., 2007).

3 - Hematúria Enzoótica Bovina

3.1 – Epidemiologia

A hematúria enzoótica bovina (HEB) tem sido relatada principalmente em locais que apresentam altitude com variação de 200 a 1000 metros (França et al., 2002) e, por apresentar progressão crônica, não tem distribuição sazonal (Gava et al., 2002). É uma doença que afeta bovinos machos e fêmeas, com idade superior a dois anos e não tem predisposição por raça (Tokarnia et al., 2000).

No Brasil foi diagnosticada em diversos estados como: Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Amazônia, Espírito Santo, Santa Catarina (Peixoto et al., 2003). Na microrregião do Caparaó, sul do Espírito Santo, estudos realizados por Silva et al. (2009) e Oliveira et al. (2011) comprovaram a existência da planta e a ocorrência de HEB nesta região.

Além dos princípios tóxicos imunossupressores encontrados em *P. aquilinum*, o papilomavírus bovino tipo 2 (BPV2) também pode estar associado na patogênese da HEB. Acredita-se que o vírus permanece em latência no urotélio dos animais e que quando estes se alimentam de samambaia ocorre imunossupressão e, desta forma, há o desenvolvimento de neoplasias na mucosa da bexiga (Campo et al., 1992).

O BPV-2 foi encontrado em associação com carcinoma papilar infiltrativo, carcinoma papilar não infiltrativo, carcinoma *in situ*, carcinoma infiltrativo e displasia severa (Balcos et al., 2008). BPV-2 e BPV-4 foram encontrados em neoplasmas de bexiga de animais na microrregião do Caparaó, Espírito Santo (dados ainda não publicados).

3.2 - Sinais clínicos

Animais intoxicados de forma crônica que desenvolvem HEB apresentam como sinais clínicos emagrecimento progressivo, urina escura (Souto et al., 2006; Rissi et al., 2007; Gabriel et al., 2009), palidez acentuada das mucosas, hematúria intermitente durante meses, prostração, incontinência urinária (Tokarnia et al., 2000; Gabriel et al., 2009), diminuição na produção de leite, tenesmo, obstrução uretral, uremia, arqueamento (Radostitis et al., 2007), apetite seletivo, anorexia, decúbito lateral, dor abdominal, fraqueza (Gabriel et al., 2009) e morte (Tokarnia et al., 2000; Radostitis et al., 2007).

Os sinais clínicos apresentados por bovinos acometidos pela HEB podem desaparecer se os animais forem retirados dos pastos infestados pela samambaia e receberem boa alimentação. Esta remissão dos sinais clínicos ocorre principalmente se a infecção estiver no início, mas podem reaparecer se os animais voltarem a ingerir a planta (Tokarnia et al., 2000).

3.3 - Diagnósticos hematológicos, bioquímicos e urinários

A perda contínua de sangue na urina em bovinos que apresentam HEB pode causar anemia arregenerativa com redução no hematócrito e na hemoglobina (Singh et al., 1972; Gabriel et al., 2009; Favarato et al., 2011), aumento da fragilidade de eritrócitos, assim como, linfocitose e neutropenia devido a inflamação crônica (Singh et al., 1972), linfopenia e leucocitose por neutrofilia (Gabriel et al., 2009).

Animais com HEB podem apresentar quadros de macro ou microhematúria. A macrohematúria se caracteriza pela presença de coágulos de sangue na urina após centrifugação, enquanto que na microhematúria, o sangue pode não ser observado macroscopicamente. Em casos de microhematúria, os animais apresentam a forma subclínica da doença e, portanto, podem revelar hematócrito normal após realização de hemograma (Falbo et al., 2005).

Exames de urina devem ser realizados para diagnóstico de HEB. Estes exames podem ser feitos com tiras reativas que demonstram sensibilidade de 88,29% e especificidade de 99,16%, no entanto, este método não diagnostica animais em quadros subclínicos, enquanto que o exame do sedimento urinário apresenta sensibilidade de 97,87% e especificidade de 100% e é capaz de diferenciar macro de microhematúria (Sánchez-Villalobos et al., 2006). A urinálise também pode revelar proteinúria (Falbo et al., 2005; Favarato et al., 2011).

O exame bioquímico dos animais com HEB revelam diminuição nos níveis séricos de cálcio (Singh et al., 1972; Falbo et al., 2005) e fósforo, e, aumento da creatinina sérica e fosfatase ácida (Singh et al., 1972). Favarato et al. (2011), entretanto, observaram hiperfosfatemia e variação dos níveis de cálcio e uréia. Porém, Falbo et al. (2005) relataram que os níveis de fósforo e magnésio se mantiveram normais em animais com HEB.

3.4 - Diagnóstico macroscópico

Durante o desenvolvimento embrionário, a bexiga é constituída por uma dilatação que, no sentido cranial, apresenta o ducto alantóico e, no sentido caudal, uma uretra não dilatada. O ducto alantóico ou úracó acompanha a abertura umbilical até o alantóide (expansão extra-embrionária), local que acumula urina. A porção do ducto que fica dentro do feto sofre enrugamento e forma a cicatriz no ápice da bexiga (Dyce et al., 2004).

A bexiga é um órgão que possui a função de estocar a urina e com capacidade de distensão, e por isto, seu tamanho, posição ou relações não são constantes. Quando a bexiga está vazia sua parede se apresenta espessa e sua localização é restrita a cavidade pélvica, entretanto, ao ficar repleta, a parede apresenta-se delgada, o órgão fica piriforme e divide-se em um ápice (vértice cranial), um corpo intermediário e um colo caudal, e ocorre projeção para a cavidade abdominal (Dyce et al., 2004).

O aspecto macroscópico das lesões neoplásicas encontradas nas bexigas de animais com HEB é muito variado e, de acordo com a vascularização, os tumores podem ser pálidos ou hemorrágicos. Assim como o tamanho das lesões podem ser variados, há crescimentos exofíticos que tem o diâmetro com variação de milímetros a centímetros. Há também os crescimentos endofíticos que apresentam formatos variados, desde discretas ondulações da mucosa com mudança moderada da cor até crescimentos infiltrativos profundos com alteração acentuada na mudança da cor (Carvalho et al., 2006, Gabriel et al., 2009).

Desta forma, os achados macroscópicos em bexigas de animais com HEB podem ser: múltiplas formações polipóides avermelhadas, massa tumoral firme de superfície

amarelada e irregular que protui da mucosa, múltiplas elevações avermelhadas (Souto et al., 2006), formações nodulares fixas a mucosa, formações verrucóides (Gonzáles et al., 2004).

Além disto, ao realizar a necropsia dos animais com HEB, é possível encontrar urina vermelha, tumores, ulceração e acúmulo de fibrina na mucosa vesical (Falbo et al., 2005; Rissi et al., 2007), mucosa oral e ocular pálidas, sangue de aspecto aquoso, bexiga aumentada de volume, hidronefrose, hidroureter (Gabriel et al., 2009, Nunes et al., 2011), mucosa vesical enrijecida, degeneração da mucosa, massas gelatinosas escuras (Gonzáles et al., 2004); hemorragias multifocais na mucosa da bexiga, pielonefrite e ruptura da bexiga (Gabriel et al., 2009).

3.5 - Diagnóstico microscópico

A bexiga apresenta como estruturas histológicas normais: mucosa formada por epitélio de transição em que as células superficiais formam uma barreira osmótica com a urina, e por lâmina própria de tecido conjuntivo que varia de frouxo a denso, túnica muscular formada por uma camada longitudinal interna e circular externa e a parte superior revestida por serosa, enquanto a parte inferior é revestida por adventícia (Junqueira e Carneiro, 2008).

O urotélio que reveste a bexiga tem origem embriológica distinta de acordo com a região do órgão. O epitélio da região trigonal dorsal é originado do mesoderma do ducto mesonéfrico, enquanto o epitélio da parte remanescente origina-se do endoderma do intestino posterior. O mesoderma local origina as camadas mais externas da parede da bexiga (Dyce et al., 2004).

Na avaliação microscópica de bexigas de bovinos com HEB pode-se encontrar lesões não neoplásicas como: espessura variada de uma a várias camadas do epitélio transicional caracterizando hiperplasia, formações metaplásicas de tipo epitelial escamoso ou epitelial cilíndrico, infiltrado inflamatório mononuclear com formação de nódulos, hemorragia, displasia, proliferação vascular, fibrose, cistite cística, ninhos de Brunn (Peixoto et al., 2003; Carvalho et al., 2006; Oliveira, 2009; Gabriel et al., 2009), cistite hemorrágica (Souto et al., 2006) e a hematúria em alguns casos pode estar associada apenas à congestão e à ectasia de vasos sanguíneos (Tokarnia et al., 2000; Oliveira, 2009).

Além das lesões não neoplásicas podem ser encontrados focos de hematopoese extramedular em órgãos como baço e fígado (Souto et al., 2006).

Os tumores encontrados no exame histopatológico de bexigas de animais com HEB podem ser tanto de origem epitelial quanto mesenquimal, entretanto para qualquer origem embriológica metástases destes tumores são raras (Tokarnia et al., 2000; Peixoto et al., 2003). No entanto, em casos de carcinomas de células escamosas e hemangiossarcomas, podem ocorrer metástases para linfonodos regionais (Gabriel et al., 2009). O local em que os tumores são mais comumente encontrados é a região do trígono vesical (Oliveira, 2009; Gabriel et al., 2009).

Os tipos de neoplasias mesenquimais que podem ser encontradas são: hemangiomas, hemangiossarcomas, (Peixoto et al., 2003; Carvalho et al., 2006; Carvalho et al., 2009; Gabriel et al., 2009), hemangiopericitossarcoma, mixossarcoma, rabiomiossarcoma, leiomiiossarcoma (Gonzáles et al., 2004), hemangioendotelioma, fibroma (Carvalho et al., 2006).

De origem epitelial podem ser encontrados: carcinoma de células escamosas, carcinoma de células transicionais, papiloma, carcinoma *in situ*, carcinoma papilar, carcinoma tubular, adenocarcinoma (Peixoto et al., 2003; Carvalho et al., 2006), carcinoma trabecular com diferenciação em células de Paneth, adenoma e adenocarcinoma

mesonefróides, carcinoma *signet ring* (anel de sinete), carcinoma plasmocitóide, carcinoma de células cromóforas, carcinoma transicional tipo ninhado (Peixoto et al., 2003), papiloma invertido, adenoma (Carvalho et al., 2006).

3.6 Métodos auxiliares no diagnóstico da HEB

3.6.1 Histoquímica

O método histoquímico pode ser utilizado no diagnóstico de HEB com o intuito de auxiliar na classificação de alguns tipos neoplásicos bem como identificar algumas lesões não neoplásicas. A histoquímica de Hale, por exemplo, pode ser empregada para o diagnóstico de mixossarcomas, enquanto que, o tricrômico de Masson pode identificar rabiomiossarcomas e leiomiiossarcomas (González et al., 2004). Nos casos em que há necessidade de fazer uma melhor avaliação do tecido conjuntivo o ácido periódico de Schiff (PAS), o azul de toluidina e o tricrômico de Masson podem e devem ser utilizados (Peixoto et al., 2003). Em lesões não neoplásicas como as metaplasias glandulares em que ocorre a produção de muco pode-se utilizar os corantes ácido periódico de Schiff (PAS) e azul alciano (*alcian blue*) (Gabriel et al., 2009).

3.6.2 Imunoistoquímica

A imunoistoquímica é uma técnica que combina técnicas histológicas, imunológicas e bioquímicas, para detectar antígenos nos tecidos por meio de anticorpos específicos e moléculas marcadoras, pode e deve ser utilizada para o diagnóstico preciso das neoplasias (Ramos-Vara, 2005).

A imunoistoquímica pode ser utilizada a fim de auxiliar no diagnóstico e no prognóstico das neoplasias encontradas em bexigas. Os anticorpos já utilizados para realização da técnica em neoplasias de bexigas de animais com HEB foram: anti-CD31, anti-uroplaquina (Carvalho et al., 2009; Silva, 2012), anti-fator VIII, , anti-p53, anti-ciclina D1 (Carvalho et al., 2009), anti-citoqueratina, anti-vimentina (Gabriel et al., 2009, Silva, 2012) e anti-VEGF (Silva, 2012).

Os biomarcadores anti-citoqueratina e anti-vimentina foram utilizados para distinguir a origem epitelial e mesenquimal, respectivamente, das neoplasias vesicais de bovinos com HEB (Gabriel et al., 2009), enquanto que, anti-ciclina D1 e anti-p53 foram utilizados para avaliar o comportamento tumoral e apresentaram maior expressão nos tumores com maior grau de malignidade (Carvalho et al., 2009).

Anti-uroplaquina foi identificado na bexiga de bovinos (Wu et al., 1990) e se mostrou importante marcador para caracterizar o urotélio de animais com HEB (Carvalho et al., 2009), entretanto, para avaliação da integridade dos vasos e do crescimento vascular em bexigas de bovinos com HEB, Silva (2012) sugeriu marcadores como anti-CD31 e anti-VEGF.

3.6.3 Outros métodos de diagnóstico

Novos métodos para o diagnóstico de hematúria enzoótica bovina têm sido propostos como as avaliações ultrassonográficas por via retal em bovinos para detecção de neoplasias na bexiga. Este método tem se demonstrado não invasivo e efetivo no diagnóstico precoce de HEB e se baseia no espessamento da parede vesical e na ecogenicidade tanto da parede quanto do conteúdo vesical (Hoque et al.; 2002; Câmara et al.; 2009).

Outro método avançado para o diagnóstico de HEB é o teste citogenético. Este teste permite avaliar células com aneuploidias, quebras de cromátides, quebras cromossômicas,

aberrações estruturais celulares e tem sido comprovado que tais alterações são maiores em animais acometidos pela doença (Peretti et al., 2007).

Considerações Finais

A hematúria enzoótica bovina permanece como doença endêmica e de alta prevalência na microrregião do Caparaó, sul do Espírito Santo. As medidas de controle e erradicação desta enfermidade dependem de diagnósticos mais específicos bem como de melhor entendimento sobre a sua etiopatogenia. Desta forma, a realização de estudos investigativos principalmente que visem conhecer os mecanismos de formação das lesões vesicais, bem como, estabelecer medidas viáveis para o controle desta doença devem ser continuados.

Referências Bibliográficas

- ALONSO-AMELOT, M.E.; CASTILLO, U.; DE JONGH, F. Passage of the bracken fern carcinogen ptaquiloside into bovine milk. **Dairy Science & Technology**, Les Ulis, v.73, p.323-332, 1993.
- ALONSO-AMELOT, M.E. Helecho macho, salud animal y salud humana. **Revista de La Facultad de Agronomía LUZ**, Maracaibo, v.16, p.528-547, 1999.
- BALCOS, L.G.F.; BORZACCHIELO, G.; RUSSO, V. et al. Association of bovine papillomavirus type-2 and urinary bladder tumours in cattle from Romania. **Research in Veterinary Science**, London, v.85, p.145–148, 2008.
- CÂMARA, A.C.L.; BORGES, J.R.J.; LEITE, C.R. et al. Achados clínicos, laboratoriais, ultrassonográficos e anátomo-patológicos em um caso de hematúria enzoótica bovina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, Suplemento 1, Anais do VIII Congresso Brasileiro de Buiatria, p.186 – 190, 2009.
- CAMPO, M.S.; JARRETT, W.F.; BARRON, R. et al. Association of bovine papillomavirus type 2 and bracken fern with bladder cancer in cattle. **Cancer Research**, Philadelphia, v.52, p.6898–6904, 1992.
- CARVALHO, T.; NAYDAN, D.; NUNES, T. et al. Immunohistochemical evaluation of vascular urinary bladder tumors from cows with enzootic hematuria. **Veterinary Pathology**, Madison, v.46, p.211–221, 2009.
- CARVALHO, T.; PINTO, C.; PELETEIRO, M.C. Urinary bladder lesions in bovine enzootic haematuria. **Journal of Comparative Pathology**, Bristol, v.134, p.336-346, 2006.
- DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de anatomia veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 813p.
- FALBO, M.K.; REIS, A.C.F.; BALARIN, M.R.S. et al. Alterações hematológicas, bioquímicas, urinárias e histopatológicas na intoxicação natural pela samambaia *Pteridium aquilinum* (L.) Kühn. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.16, n.4, p.547-558, 2005.
- FAVARATO, B.C.; BOF, G.B.; OLIVEIRA, E.V. et al. Hematological, biochemical, and urinary alterations of enzootic bovine hematuria in dairy cows in the Caparaó microregion, Espírito Santo State, Brazil. In: RIET-CORREA, F.; PFISTER, J.; SCHILD, A.L. et al. (Eds). **Poisoning by plants, mycotoxins and related toxins**. CABI: Cambridge. 20, 2011. p. 377-383.
- FRANÇA, T.N.; TOKARNIA, C.H.; PEIXOTO, P.V. Enfermidades determinadas pelo princípio radiomimético de *Pteridium aquilinum* (Polypodiaceae). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v.22, n.3, p.85-96, 2002.

- GABRIEL, A.L.; KOMMERS, G.D.; MASUDA, E.K. et al. Aspectos clínico-hematológicos e lesões vesicais na intoxicação crônica espontânea por *Pteridium aquilinum* em bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v.29, n.7, p.515-525, 2009.
- GAVA, A. Intoxicações por plantas de ação antihematopoiética e mutagênica. In: RIET-CORREA, F.; SCHILD, A.L.; MÉNDEZ, M.D.C. **Doenças de ruminantes e equinos**. Pelotas: Ed Universitária/UFPel, 1994, p.247-258.
- GAVA, A.; NEVES, D.S.; GAVA, D. et al. Bracken fern (*Pteridium aquilinum*) poisoning in cattle in southern Brazil. **Veterinary and Human Toxicology**, Manhattan, v.44, n.6, p.362-365, 2002.
- GONZÁLES, C.E.; CHAVERA, A.C.; PERALES, R.C. et al. Caracterización de las lesiones encontradas en bovinos com hematuria vesical enzoótica em la Zona de Oxapampa, Pasco. **Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú**, Lima, v.15, n.1, p.25-36, 2004.
- HOQUE, M.; SOMVANSHI, R.; SINGH, G.R. et al. Ultrasonographic of urinary bladder in normal, fern fed and enzootic bovine haematuria-affected cattle. **Journal Veterinary Medicine**, Berlin, v.49, p.403-407, 2002.
- JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 524p.
- MARÇAL, W.S.; GASTE, L.; REICHERT NETTO, N.C. et al. Intoxicação aguda pela samambaia (*Pteridium aquilinum*, L. Kuhn), em bovinos da raça aberdeen angus. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.7, n.1, p.77-81, 2002.
- NUNES, L.C. Aspectos Clínico-epidemiológicos da hematúria enzoótica bovina na região sul do Espírito Santo. **Jornal de Olho no Amanhã**, Vitória, p.4-5, 01 jun. 2009.
- NUNES, L.C.; DONATELE, D.M.; SCARDUA, C.M. et al. Upper urinary tract lesions associated with enzootic bovine hematuria. In: RIET-CORREA, F.; PFISTER, J.; SCHILD, A.L. et al. (Eds). **Poisoning by plants, mycotoxins and related toxins**. CABI: Cambridge. 20, 2011.p.384-387.
- OLIVEIRA, L.G.P. **Novos aspectos patológicos e patogênicos da hematúria enzoótica bovina**. 2009. 132f. Dissertação (Mestrado em Ciências Clínicas e Patológicas) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- OLIVEIRA, E.V.; SCARDUA, C.M.; DÓREA, M.D. et al. Poisonous plants on dairy farms of the Caparaó microregion, Espírito Santo State, Brazil. In: RIET-CORREA, F.; PFISTER, J.; SCHILD, A. L. et al. (Eds). **Poisoning by plants, mycotoxins and related toxins**. CABI: Cambridge. 20, 2011. p. 96-100.
- PEIXOTO, P.V.; FRANÇA, T.N.; BARROS, C.S.L. et al. Histopathological aspects of bovine enzootic hematuria in Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v.23, p.65-81, 2003.
- PERETTI, V.; CIOTOLA, F.; ALBARELLA, S. et al. Chromosomefragility in cattle with chronic enzootic haematuria. **Mutagenesis**, Oxford, v.22, n.5, p.317-320, 2007.
- RADOSTITIS, O.M.; GAY, C.C.; BLOOD, D.C. et al. Veterinary medicine. **A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats**. 10.ed. London: Saunders, 2007. 2065p.
- RAMOS-VARA, J.A. Imunoistoquímica, não tenha medo do marrom, vermelho e azul. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DA FUNDAÇÃO C. L. DAVIS, 7., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Brasileira de Patologia Veterinária, 2005.
- RISSI, D.R.; RECH, R.R.; PIEREZAN, F. et al. Intoxicações por plantas e micotoxinas associadas a plantas em bovinos no Rio Grande do Sul: 461 casos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v.27, n.7, p.261-268, 2007.

- SÁNCHEZ-VILLALOBOS, A.; ALVARADO, C.M.Á.; VILLARROEL-NERI, R.; Validez, seguridad y cociente de verosimilitud de los métodos tiras reactivas para orina y examen microscópico del sedimento urinario en el diagnóstico de hematuria enzoótica bovina. **Revista Científica - FCV-LUZ**, Maracaibo, v.16, n.6, p.604 - 612, 2006.
- SCHALM, O.M.; JAIN, N.C. **Veterinary hematology**. 4. ed. Philadelphia: Lea Fabiger, 1986. 1221p.
- SILVA, M.A.; SCÁRDUA, C.M.; DÓREA, M.D. et al. Prevalência de hematúria enzoótica bovina em rebanhos leiteiros na microrregião do Caparaó, Sul do Espírito Santo, entre 2007 e 2008. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p.1847-1850, 2009.
- SILVA, M.A. **Caracterização histopatológica e imunoistoquímica de bexigas de bovinos com hematúria enzoótica**. 2012. 110f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.
- SINGH, A.K.; JOSHI, H.C.; RAY, S.N. Studies on bovine haematuria. I. Haematological and biochemical observations on the blood of cattle suffering from haematuria. **Indian Journal Animal Science**, Penicuik, v. 43, n.4, p.296-299, 1972.
- SMITH, B.L. The toxicity of bracken fern (Genus *Pteridium*) to animals and its relevance to man. In: FELIX D'MELLO, J.P. **Handbook of plant and fungal toxicans**, Florida: Editora CRC Press, 1997. 63-76p.
- SOUTO, M.A.M.; KOMMERS, G.D.; BARROS, C.S.L. et al. Neoplasmas da bexiga associados à hematúria enzoótica bovina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, p.1647-1650, 2006.
- SPINOSA, H.S.; GÓRNIK, S.L.; PALERMO-NETO, J. **Toxicologia aplicada à Medicina Veterinária**. São Paulo: Manole, 2008. 942p.
- SUGIMURA, T. Nutrition and dietary carcinogens. **Carcinogenesis**, Oxford, v.21, n.3, p.387-395, 2000.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P.V. **Plantas tóxicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Helianthus, 2000. 310p.
- WU, X.R.; MANABE, M.; YU, J. et al. Large scale purification and immunolocalization of bovine uroplakins I, II, and III. Molecular markers of urothelial differentiation. **The Journal of Biological Chemistry**, Rockville, v.265, p.19170–19179, 1990.



Capítulo 12 - Norovírus: estudos e perspectivas

Olavo dos Santos Pereira Junior¹
Mariana Drummond Costa Ignacchiti²
Bethânia Ribeiro de Almeida¹

Introdução

Os norovírus (NoVs), pertencentes à família *Caliciviridae*, são pequenos vírus positivos de RNA, sem envelope, com aproximadamente 27-35 nm (Green et al., 2001). Conseguem se instalar em vários hospedeiros, podendo ocasionar um amplo espectro de doenças e lesões, incluindo infecções do trato digestivo (humanos, suínos, bovinos e cães), lesões vesiculares e insuficiência reprodutiva (porcos, leões marinhos e outros mamíferos marinhos espécies), estomatite e doenças sistêmicas (gatos), e doença hemorrágica (coelhos) (Green et al., 2001; Guo et al., 2001).

O primeiro relato de NoV foi associado a um surto humano de gastroenterite em Norwalk, Ohio, sendo o vírus inicialmente denominado de Norwalk (Adler e Zickl, 1969). Sua visualização ocorreu apenas em 1972, por microscopia eletrônica (ME), em amostras de fezes de voluntários alimentados com filtrados de fezes de crianças afetadas durante o surto (Kapikian, 2000). Sendo que, sua descoberta como patógeno entérico, estimulou o estudo e a descoberta de uma série de vírus entéricos, identificados como “*small round-structured viruses*” (*SRSV*) (Chiba et al., 2000)

No início de 1990, a clonagem e sequenciamento do genoma inteiro de NoV (cepa FIIA) contribuiu para uma nova era no estudo desses vírus (Jiang et al., 1993), que, em conjunto com o desenvolvimento de novas técnicas moleculares, permitiu que os SRSV fossem inicialmente agrupados em vírus denominados de semelhantes ao Norwalk (Norwalk-likeviruses - NLVs). Assim, os NLVs foram, inicialmente divididos em: norovírus, vírus semelhantes aos sapovírus (Sapporo-like - SLVs) e os próprios sapovírus.

Vários estudos têm identificado inúmeros vírus, com morfologia típica para os calicivírus, em fezes de animais domésticos, como em bezerros (Woode e Bridger, 1978) e suínos (Bridger, 1980). A linhagem SW918, para NoV porcino, foi detectada pela primeira vez nos conteúdo cecal de um porco saudável no Japão, em 1997 (Sugieda et al., 1998). Sendo que, diferentes linhagens já foram descobertas em outros continentes (Wang et al., 2005). Linhagens de NoV bovino, identificados até o momento, foram caracterizadas como sendo a linhagem de Newbury2, identificado pela primeira vez nas fezes de bezerros

¹ Docente do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGCV-CCA/UFES).

² Farmacêutica, mestre em Ciências Veterinárias pelo PPGCV-CCA/UFES. Contato: olavoufesjr@gmail.com

diarréicos, em 1978, por Woode e Bridger, e a linhagem de Jena, isolado na década de 1980 a partir de gado na Alemanha e molecularmente caracterizado em 1999 (Liu et al., 1999).

Dois outros calicivírus entéricos bovinos já foram descritos. Caracterizados como a linhagem de Newbury1 e a linhagem de Nebraska (NB) detectada em bovinos nos EUA (Smiley et al., 2002). Sendo que a linhagem NB1 foi encontrada com a linhagem NB2, em amostras de bezerros diarréicos na Grã-Bretanha (Bridger et al., 1984). De acordo com Oliver et al. (2006), os dois vírus formam um clado filogeneticamente distintos na família *Caliciviridae* e compartilham 98% de identidade nos aminoácidos da proteína do capsídeo. Recentemente, NoVs murino (murino NoV-1, 2, 3, 4) foram isoladas a partir de ratos de laboratório imunodeficientes e imunocompetentes (Hsu et al., 2006). A infecção com norovírus também foi identificada em um filhote de leão na Itália (Martella et al., 2007). Além disso, anticorpos específicos para NoVs humanos têm sido detectadas em primatas não humanos (Jiang et al., 2004).

1. Classificação

A classificação dos calicivírus foi feita pela primeira vez, com base na morfologia do vírus. Porém, o Comitê Internacional de Taxonomia Viral (CITV), em 1998, propôs um novo sistema de classificação e nomenclatura. Assim, a família **Caliciviridae** foi dividida em quatro gêneros (Mayo, 2002): **Vesivirus**, **Lagovirus**, **Norovirus** e **Sapovirus**. Mais recentemente, outro gênero tem sido proposto, o **Nabovirus** ou **Becovirus** (Oliver et al., 2006), com o objetivo de incluir as linhagens Newbury1 e NB, pois as mesmas mostram diferenças significativas com demais gêneros.

O sequenciamento completo do gene que codifica para a proteína do capsídeo permitiu a classificação de NoVs em cinco genogrupos (G): Cepas humanas para NoV são encontrados no GI, II e IV (Fankhauser et al., 2002), NoVs bovinos no GIII (Oliver et al., 2003), NoVs murinos em GV (Hsu et al., 2007), NoVs suínos no GII (Sugieda e Nakajima, 2002) e o NoV de leão no GIV (Martella et al., 2007). Em 2006, Zhenget et al., utilizando a seqüência de aminoácidos da proteína do capsídeo, propôs novos critérios para classificação. Assim, os cinco genogrupos foram divididos em 28 grupos genéticos (genótipos): 8 genótipos no GI (GI.1-GI.8), 17 no GII (GII.1-GII.17), 2 em GIII (GIII.1 e GIII.2), 1 em GIV e um em GV, melhorando e ampliando a classificação de Novs.

2. Organização viral

Tanto os NoVs animais quanto os humanos são vírus não envelopados, possuindo uma estrutura esférica e um aspecto espumoso (Fig.1). O capsídeo é constituído por 180 cópias de uma única proteína e a sua arquitetura baseia-se em um **T** = simetria icosaédrica, com 90 dímeros. Estas propriedades são conservados em toda a família **Caliciviridae**, porém, variações estruturais entre os diferentes membros dessa família têm sido observadas (CHEN ET AL., 2004).

O genoma possui cerca de 7,5kb, sendo formado por uma fita simples e positiva de RNA, compondo três quadros de leitura aberta (ORF). Os NoV não possuem local de entrada ribossomal nem estrutura *cap* típico de mRNA eucariótico (Schaffee et al., 1980). Porém, na extremidade final 5'-, existe uma seqüência genômica denominada *proteína genômica viral* (PGV) (Daughenbaugh et al., 2003). Estudos *in vitro* tem demonstrado que o PGV pode interagir com componentes da maquinaria de tradução, desempenhando a função inicial de tradução do RNA (Daughenbaugh et al., 2003).

A ORF1 codifica uma poliproteína de aproximadamente 195 kDa. Ela é clivado pela protease viral 3C (*3CLPro*), em pelo menos seis proteínas não estruturais: proteína p48 (pode desempenhar um papel no tráfego intracelular de proteínas); nucleosídeotrifosfatase (NTPase), proteína p22 (supostamente envolvida nos processos de replicação); PGV; uma proteinase e uma RNA polimerase RNA dependente (Belliot et al., 2003). A ORF2 codifica a proteína principal do capsídeo (VP1) de cerca de 60 kDa que tem as seguintes funções: montagem e formação do capsídeo, reconhecimento do receptor para interação com células do hospedeiro e imunogenicidade (Chen et al., 2004). Uma região altamente conservada do genoma, incluindo uma sequência consenso de 18 nucleotídeos, estende-se desde o C-terminal do gene da polimerase até parte da região N-terminal. Esta sequência pode ser um sinal de empacotamento para o genoma NoV ou um local de iniciação da transcrição (Lambden et al., 1995). A organização dos domínios da subunidade VP1 consiste de um domínio em concha (S) e um domínio saliente (P) apresentando diferenças distintas. Variações estruturais significativas estão presentes, em especial no domínio P composto pelas subunidades P1 e P2 (CHEN ET AL., 2004). P2 é caracterizado como o domínio hipervariável de NoV e sua localização externa é compatível com a sua função de ligante para receptor celular (Tan et al., 2004). A ORF3, que está localizado na extremidade 3' do genoma e codifica uma proteína estrutura menor, VP2, de cerca de 20 kDa, que está envolvida na expressão e estabilidade da proteína do capsídeo VP1 (Bertolotti-Ciarlet et al., 2003) (Fig.2).

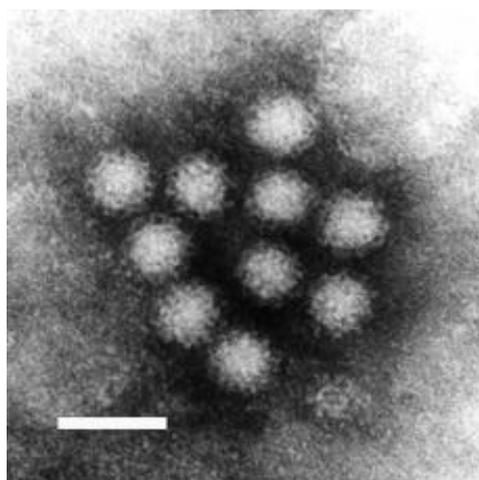


Figura 1. Norovírus pertencente ao genogrupo IV, família *caliciviridae*. Técnica de coloração negativa por microscopia eletrônica direta. Barra branca = 50nm (disponível em: <http://pt.wikipedia.org>).

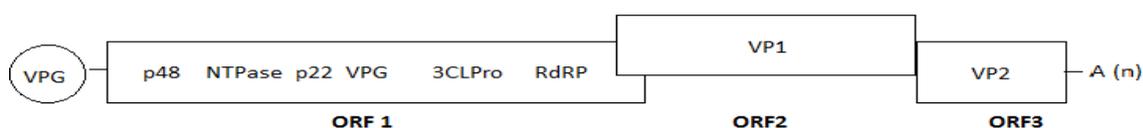


Figura 2. Organização do genoma de norovírus.

3. Interações vírus-célula

A infecção por NoV deve ocorrer via intestino delgado, porém, acredita-se que a replicação NoV não seja restrita a enterócitos. O NoV murino revelou um inesperado

tropismo para as linhagens de células hematopoiéticas, em particular, macrófagos e células dendríticas (Wobus et al., 2004). No trato gastrointestinal humano, as células dendríticas intestinais podem formar dendritos transepiteliais e adquirir os antígenos necessários à ligação de NoVs, diretamente no lúmen (Niess et al., 2005).

NoVs humanos reconhecem carboidratos ligados aos antígenos sanguíneos dos grupos HBGAs, ABH e Lewis, como receptores (Hutson et al., 2002), sendo que, a região C-terminal (domínio P) da proteína do capsídeo está envolvida nesta interação (Tan e Jiang, 2005). Esses carboidratos são muito abundantes, e a maioria das células de mamíferos expressam esses oligossacarídeos em seus tecidos (Marionneau et al., 2001).

Receptores animais para NoVs ainda não foram caracterizados, porém acredita-se que tais moléculas estejam envolvidas nesse processo. Esta hipótese é apoiada em estudos relacionados a outros calicivírus. O vírus da doença hemorrágica do coelho, um lagovirus, pode se ligar aos antígenos do grupo familiar ABH (Ruvoen-Clouet et al., 2000). *In vitro*, partículas humanas de NoV foram capazes de se ligar a lavados gastro-intestinais de suínos (Tian et al., 2007). Por outro lado, partículas semelhantes a vírus (VLP) da linhagem porcina SW918 (GII.11), geneticamente relacionada com NoV humano) não foram capazes de se ligar às amostras de saliva humana, relacionadas aos principais grupos de antígenos sanguíneos (Farkas et al., 2005).

4. Patogênese, sinais clínicos e lesões

A principal via de transmissão é a fecal, tanto para animais como para humanos (Hsu et al., 2005). Observações epidemiológicas e experimentais sugerem que uma outra via natural de infecção pode ser o trato respiratório, por meio de partículas em aerossol provenientes de vômito (Karst et al., 2003).

Enterite não hemorrágica, diarreia leve, anorexia transitória e má absorção de xilose, foram os sinais clínicos mais comuns, relatados em bezerros infectados com a linhagem bovina Newbury2 de NoVs. A diarreia foi mais grave em bezerros de 3 semanas de idade do que em recém-nascidos. O mesmo padrão clínico foi observado até 2 meses. Este vírus pareceu ser menos virulento do que a linhagem bovina Newbury1 (Bridger et al., 1984). Normalmente, a liberação viral, nas fezes, aparece pouco antes ou durante os primeiros sinais clínicos. Usando a ME, esta liberação foi observado durante um período curto (Bridger et al., 1984), sendo que a utilização da RT-PCR, mostrou ser mais sensível para a detecção de NoV (Han et al., 2005). Lesões histopatológicas de bezerros infectados com a linhagem bovina Newbury 2 e a linhagem e Jena, consistiu de atrofia das vilosidades, hiperplasia das criptas e edema na submucosa do intestino delgado proximal, sendo que a mucosa gástrica e retal não foram afetados (Gunther e Otto, 1987).

Os murinos apresentam sinais clínicos de vasculite, encefalite em vasos cerebrais, pneumonia e hepatite. Além disso, o agente pode ser transmitido por inoculação intracerebral, sugerindo um tropismo de NoV em indivíduos imunodeficientes (Karst et al., 2003). O RNA de NoV-1 murino foi detectado no baço, nódulos linfáticos mesentéricos e jejuno de ratos infectados experimentalmente 5 semanas após a inoculação viral (Hsu et al., 2005). Em outro estudo, linhagens de camundongos imunodeficientes foram infectadas com NoV-1 murino, e demonstraram infecções sistêmicas e sinais de inflamação em diferentes tecidos (fígado, pulmão, cavidades peritoneal e pleural) (Ward et al., 2006). É interessante notar que os sintomas em humanos são geralmente ligeiros, autolimitadas e de curta duração (Rockx et al., 2002), exceto para imunocomprometidos, idosos ou pacientes com doenças de base (Okada et al., 2006). NoVs humanos podem causar gastroenterite aguda e/ou vômitos com uma alta taxa de ataque secundário, principalmente em comunidades, mas alguns relatos de casos humanos têm documentado uma doença mais

grave, com sintomas relacionados a doença de coagulação intravascular ou encefalite (Ito et al., 2006).

Uma vez que não há vacina disponível, a prevenção da infecção por NoV depende principalmente de medidas de higiene da comunidade e pessoal. Em animais e pessoas acometidas, o tratamento da desidratação secundária é fundamental, sendo em geral feita com a utilização de fluido oral a base de líquidos isotônicos.

5. Epidemiologia

Estudos epidemiológicos vêm demonstrando, repetidamente, que os NoVs são bastante difundidos e que a infecção é comum na população humana, bem como em bovinos, suínos e murinos. No entanto, a epidemiologia não é bem compreendida e poucos estudos foram realizados em animais infectados por NoVs.

A prevalência sorológica de 22,1% foi encontrada em ratos de laboratório na América do Norte, tornando NoV murino o vírus mais prevalente para esses animais (Hsu et al., 2005). Na Holanda, 31,6% das amostras de fezes obtidos a partir de fazendas de gado de corte, e 4,2% das amostras de fezes individuais de gado leiteiro foram positivos para NoV do grupo III (van der Poel et al., 2003). No Reino Unido, NoVs foram detectados em 11% dos casos de diarreia bovina testada (Milnes et al., 2007). Nos EUA, o nível de prevalência foi variável, dependendo do estado: 72% de bezerros em Ohio (Smiley et al., 2003), 80% em Michigan e 25% em Wisconsin (Wise et al., 2004). Na Alemanha, 9% de amostras de fezes foram positivas para a linhagem Jena, enquanto que 99% das amostras de soro colhidas a partir de vacas leiteiras foram positivas para o vírus GIII (Deng et al., 2003). Genogrupo II de NoVs foram detectados em suínos no Japão (Sugieda et al., 1998), Holanda (van der Poel et al., 2003), EUA (Wang et al., 2005) e Hungria (Reuter et al., 2007). A taxa de detecção de GII NoV em suínos foi baixa: no Japão (0,35%) e na Holanda (2%) (van der Poel et al., 2003). Sendo que, a prevalência sorológica do grupo II, em suínos, foi de 97% nos EUA e 36% no Japão (Farkas et al., 2005).

O primeiro leão que supostamente foi acometido por NoV, foi detectado no zoológico de Pistoia, Itália em uma filhote de 4 semanas de idade, que morreu de enterite hemorrágica grave. Porém não foi demonstrado se o vírus foi o agente causador da enterite (Martella et al., 2007). Trabalho realizado por Mesquita et al. (2010), em três distritos, em Portugal, avaliou amostras fecais de 105 cães (63 com diarreia e 42 saudáveis), com auxílio da técnica de RT-PCR, onde foi observada a prevalência de NoVs em 40% das amostras de cães diarreicos e 9%, nos saudáveis. O sequenciamento demonstrou se tratar, possivelmente, de uma nova linhagem, não relacionada com nenhuma até então descrita.

No Brasil, mais precisamente no estado de São Paulo, no verão de 1995, foi observado um surto de gastroenterites em cerca de 3.500 pessoas. Inicialmente, as amostras foram analisadas com auxílio de Imunomicroscopia Eletrônica, onde foram detectadas partículas SRSV, cuja análise morfológica o caracterizou como sendo *Norwalk-like*. As mesmas amostras foram analisadas com auxílio da técnica de RT-PCR, e os vírus foram denominados NoV genogrupo GII (Timenetsky et al., 1993). Durante os anos de 2005 a 2008, um estudo de vigilância de NoV foi realizado no estado do Rio de Janeiro. Um total de 1.087 amostras fecais foi analisado e cerca de 35% foram positivas para NoV, com prevalência de 96% do genogrupo GII e 80% de GII.4; sendo descrita a necessidade de implantação do diagnóstico para NoV nos laboratórios de vigilância (Ferreira et al., 2008).

6. A resposta imune

Os dados iniciais com relação às respostas imune do hospedeiro contra a infecção NoV foram gerados pelo desafio humano com filtrado de fezes ou exposição natural durante os surtos.

A imunidade adaptativa é essencialmente limitada ao intestino delgado, a infecção por NoV estimula a resposta imune da mucosa, sendo a presença de IgA uma característica desse tipo de resposta. [Lindesmith et al. \(2003\)](#) identificaram dois padrões distintos no aumento de IgA NoV-específica após o desafio de voluntários humanos com o vírus. Algumas pessoas que não foram sensíveis a infecção após o desafio mostraram um aumento na secreção de IgA, sugerindo que uma resposta de memória imunológica poderia ser protetora. No entanto, não se sabe se essa suposta imunidade protetora representaria uma imunidade curto ou longo prazo. Mecanismos imunes podem diferir de acordo com as espécies de animais, porém, pode-se assumir a existência de resposta imune em animais acometidos por NoVs. Nos seres humanos, um pico de IgM pode ser observado após de 2 semanas do contato com o vírus. Uma resposta secundário I, para IgM, após um novo desafio, em humanos, pode ser visualizada. Assim, a presença de IgM para NoV não é restrito a uma infecção primária, porém pode ser caracterizada como um marcador de infecção recente (Brinker et al., 1999).

Ainda em seres humanos, uma resposta de IgG é desencadeada pela infecção, acarretando um aumento de quatro vezes nos títulos, que podem permanecer elevados por mais de 2 anos após a infecção (Iritani et al., 2007). Em bezerros, a resposta desencadeada após a uma infecção experimental é semelhante ao observado em humanos infectados com NoV. IgGs são detectado pela primeira vez 5 dias após a infecção e títulos máximos são atingidos cerca de 3 semanas mais tarde (Han et al., 2005).

A imunidade inata desempenha um importante papel no controle da infecção por NoV-1 murino (Wobus et al., 2004). Camundongos que não possuem receptores para interferon (IFN) α , β e γ , são mais suscetíveis à infecção letal com NoV, do que camundongos imunocompetentes ([Karst et al., 2003](#)). Assim, o papel da imunidade inata no controle da infecção, poderia explicar porque os indivíduos imunodeficientes podem desenvolver uma doença mais grave e uma disseminação sistêmica viral após a infecção.

7. Diagnóstico

Um importante complicador para o diagnóstico de NoVs é a falta de um sistema de cultura celular (Duizer et al., 2004). Porém, um complexo sistema de cultura de células vem permitindo o crescimento de NoVs GI e GII humanos, o que pode dar início a uma nova era no diagnóstico desse vírus ([Straub et al., 2007](#)).

A microscopia eletrônica (ME), é o método clássico de diagnóstico, sendo a ferramenta que possibilitou a descoberta dos primeiros NoVs. Essa técnica detecta partículas virais entre 27 a 30nm de diâmetros, denominadas de SRSV. Porém, é um método relativamente insensível, pois uma alta carga viral é necessário ($> 10^6$ partículas por grama de fezes). Além disso, microscopistas altamente qualificados e equipamento muito caro são requeridos (Atmar e Estes, 2001).

A expressão da proteína do capsídeo NoV com o auxílio de sistema de baculovírus fornece grandes quantidades de VLPs, que podem ser usadas como antígenos para a detecção viral pelo método imunoenzimático (ELISA). Essa técnica já esta disponível de forma comercial, para detecção direta nas fezes, sendo o Kit o RIDASCREEN® 3rd Generation kit (R-Biopharm AG, Darmstadt, Germany) mais moderno quando comparado a seus antecessores.

A técnica molecular de RT-PCR desenvolvida para identificação de NoV é sensível e específica, possibilitando estudos epidemiológicos para a identificação de surtos de gastroenterites. Trabalhos demonstraram que, dentre vários oligoiniciadores desenvolvidos para as ORFs 1, 2 e 3, os que apresentaram melhores resultados foram os iniciadores da região *POL* da ORF 1. As técnicas de *REAL-TIME* usando sonda *TaqMan* ou/e *SYBR Green* têm se mostrado bastante sensíveis, específicas e reprodutíveis, permitindo o monitoramento em tempo real e menores quantidade de RNA nas reações de RT-PCR; além de eliminar a manipulação do produto pós-PCR, reduzindo contaminações (Vinjé et al., 2003).

8. A hipótese de ocorrência de zoonoses

A detecção de NoVs em fezes de animais (bovinos e suínos), com ou sem sinais clínicos de gastroenterite, é freqüente (Deng et al., 2003). Análises moleculares têm demonstrado que as linhagens de origem animal e humana estão intimamente relacionados (Wang et al., 2005). NoVs tem sido encontrado em uma grande variedade de animais, incluindo suínos, bovinos, ratos, cachorros e leões. O genogrupos associados com NoVs humanos e animais são: GI (humanos), GII (humanos, suínos e bovinos), GIII (bovinos e caprinos), GIV (humanos, cachorros e leões) e GV (ratos). Além disso, a replicação de NoV GII humano, foi recentemente demonstrada em suínos gnotobióticos (animais criados em um sistema de barreiras sanitárias para rigor higiênico) (Cheetham et al., 2006), reforçando a hipótese de que os animais podem atuar como reservatório para NoV humana. Também, tem sido sugerida a existência de um genogrupo adicional de norovírus, sendo que este grupo poderia estar presente em cachorros e humanos (Mesquita JR et al., 2010).

9. Considerações finais

O entendimento da epidemiologia de norovírus, bem como os avanços relacionados a biologia de NoVs, é um desafio, e um importante fator motivador para novos estudos. Atualmente, a grande questão vinculada a saúde pública é se animais podem atuar como reservatórios para NoV humano. Em uma revisão de literatura, Koopmans et al. (2008), notou que embora a transmissão zoonótica de NoVs, não tenha sido reportada, o entendimento sobre a epidemiologia desses vírus ainda é limitado, para predizer que isso realmente não possa ocorrer.

Referências Bibliográficas

- ADLER, J.L.; ZICKL, R. Winter vomiting disease. **Journal of Infectious Diseases**, v. 119, p. 668–673, 1969.
- ATMAR, R.L.; ESTES, M.K. Diagnosis of noncultivable gastroenteritis viruses, the human caliciviruses. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 14, p. 15–37, 2001.
- BELLIOT, G.; SOSNOVTSEV, S.V.; MITRA, T. et al. In vitro proteolytic processing of the MD145 norovirus ORF1 nonstructural polyprotein yields stable precursors and products similar to those detected in calicivirus-infected cells. **Journal of Virology**, v.77, p. 10957–10974, 2003.
- BERTOLOTI-CIARLET, A.; CRAWFORD, S.E.; HUTSON, A.M. et al. The 3' end of Norwalk virus mRNA contains determinants that regulate the expression and stability

- of the viral capsid protein VP1: a novel function for the VP2 protein. **Journal of Virology**, v. 77, p. 11603-11615, 2003
- BRIDGER, J.C.; HALL, G.A.; BROWN, J.F. Characterization of a calicilike virus (Newbury agent) found in association with astrovirus in bovine diarrhea. **Infection and Immunity**, v. 43, p. 133-138, 1984.
- BRINKER, J.P.; BLACKLOW, N.R.; JIANG, X. et al. Immunoglobulin M antibody test to detect, genogroup II Norwalk-like virus infection. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 37, p. 2983-2986, 1999.
- CHEETHAM, S.; SOUZA, M.; MEULIA, T. et al. Pathogenesis of a genogroup II human norovirus in gnotobiotic pigs. **Journal of Virology**, v. 80, p. 10372-10381, 2006.
- CHEN, R.; NEILL, J.D.; NOEL, J.S. et al. Inter- and intragenus structural variations in caliciviruses and their functional implications. **Journal of Virology**, v. 78, p. 6469-6479, 2004.
- CHIBA, S.; NAKATA, S.; NUMATA-KINOSHITA, K. et al. Sapporo virus: history and recent findings. **Journal of Infectious Diseases**, 181 (Suppl. 2), S303-S308, 2000.
- DAUGHENBAUGH, K.F.; FRASER, C.S.; HERSHEY, J.W. et al. The genome-linked protein VPg of the Norwalk virus binds eIF3, suggesting its role in translation initiation complex recruitment. **EMBO Journal**, v. 22, p. 2852-2859, 2003.
- DENG, Y.; BATTEN, C.A.; LIU, B.L. et al. Studies of epidemiology and seroprevalence of bovine noroviruses in Germany. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 41, p. 2300-2305, 2003.
- DUIZER, E.; BIJKERK, P.; ROCKX, B. et al. Inactivation of caliciviruses. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 70, p. 4538-4543, 2004.
- FANKHAUSER, R.L.; MONROE, S.S.; NOEL, J.S. et al. Epidemiologic and molecular trends of "Norwalk-like viruses" associated with outbreaks of gastroenteritis in the United States. **Journal of Infectious Diseases**, v. 186, p. 1-7, 2002.
- FARKAS, T.; NAKAJIMA, S.; SUGIEDA, M. et al. Seroprevalence of noroviruses in swine. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 43, p. 657-661, 2005.
- FERREIRA, M.S.R.; VICTORIA, M.; CARVALHO-COSTA, F.A. et al. Surveillance of norovirus infections in the state of Rio de Janeiro, Brazil 2005-2008. **Journal of Medical Virology**, v. 82, p. 1442-1448, 2010.
- GREEN, K.Y.; CHANOCK, R.M.; KAPIKIAN, A.Z. Human caliciviruses. In: Knipe, D.M., Howley, P.M. (Eds.), **Fields Virology, Vol. 1**. Lippincott Williams and Wilkins, City, 2001. pp. 841-874
- GUNTHER, H.; OTTO, P. DIARRHEA in young calves. 7. "Zackenvirus" (Jena agent 117/80) a new diarrhea pathogen in calves. **Archiv für Experimentelle Veterinärmedizin** v. 41, p. 934-938, 1987.
- GUO, M.; EVERMANN, J.F.; SAIF, L.J. Detection and molecular characterization of cultivable caliciviruses from clinically normal mink and enteric caliciviruses associated with diarrhea in mink. **Archives of Virology**, v. 146, p. 479-493, 2001.
- HAN, M.G.; WANG, Q.; SMILEY, J.R. et al. Self assembly of the recombinant capsid protein of a bovine norovirus (BoNV) into virus-like particles and evaluation of cross-reactivity of BoNV with human noroviruses. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 43, p. 778-785, 2005.
- HSU, C.C.; RILEY, L.K.; LIVINGSTON, R.S. Molecular characterization of three novel murine noroviruses. **Virus Genes**, v. 34, p. 147-155, 2007.
- HSU, C.C.; RILEY, L.K.; WILLS, H.M. et al. Persistent infection with and serologic cross-reactivity of three novel murine noroviruses. **Comparative Medicine**, v. 56, p. 247-251, 2006.

- HUTSON, A.M.; ATMAR, R.L.; GRAHAM, D.Y. et al. Norwalk virus infection and disease is associated with ABO histo-blood group type. **Journal of Infectious Diseases**, v. 185, p. 1335–1337, 2002.
- IRITANI, N.; SETO, T.; HATTORI, H. et al. Humoral immune responses against norovirus infections of children. **Journal of Medical Virology**, v. 79, p. 1187–1193, 2007.
- ITO, S.; TAKESHITA, S.; NEZU, A. et al. Norovirus-associated encephalopathy. **Pediatric Infectious Disease Journal**, v. 25, p. 651–652, 2006.
- JIANG, B.; MCCLURE, H.M.; FANKHAUSER, R.L. et al. Prevalence of rotavirus and norovirus antibodies in non-human primates. **Journal of Medical Primatology**, v. 33, p. 30–33, 2004.
- KAPIKIAN, A.Z. The discovery of the 27-nm Norwalk virus: an historic perspective. **Journal of Infectious Diseases**, 181 (Suppl. 2), S295–S302, 2000.
- KARST, S.M.; WOBUS, C.E.; LAY, M. et al. STAT1-dependent innate immunity to a Norwalk-like virus. **Science**, v. 299, p. 1575–1578, 2003.
- Koopmans M. Progress in understanding norovirus epidemiology. **Current Opinion in Infectious Diseases**, v. 21, p. 544–552, 2008
- LAMBDEN, P.R.; LIU, B.; CLARKE, I.N. A conserved sequence motif at the 50 terminus of the Southampton virus genome is characteristic of the Caliciviridae. **Virus Genes**, v. 10, p. 149–152, 1995.
- LINDESMITH, L.; MOE, C.; MARIONNEAU, S. et al. Human susceptibility and resistance to Norwalk virus infection. **Nature Medicine**, v. 9, p. 548–553, 2003.
- LIU, B.L.; LAMBDEN, P.R.; GUNTHER, H. et al. Molecular characterization of a bovine enteric calicivirus: relationship to the Norwalk-like viruses. **Journal of Virology**, v. 73, p. 819–825, 1999.
- MARIONNEAU, S.; CAILLEAU-THOMAS, A.; ROCHER, J. Et al. ABH and Lewis histoblood group antigens, a model for the meaning of oligosaccharide diversity in the face of a changing world. *Biochimie* 83, 565–573, 2001.
- MARTELLA, V.; CAMPOLO, M.; LORUSSO, E. et al. Norovirus in captive lion cub. **Emerging Infectious Diseases**, v. 13, p. 1071–1073, 2007.
- MAYO, M.A. A summary of taxonomic changes recently approved by ICTV. **Archives of Virology**, v. 147, p. 1655–1663, 2002.
- MESQUITA, J.R.; BARCLAY, L.; NASCIMENTO, M.S.J. et al. Novel norovirus in dogs with diarrhea. **Emerging Infectious Diseases**, v. 16, p. 980–982, 2010.
- NISS, J.H.; REINECKER, H.C. Lamina propria dendritic cells in the physiology and pathology of the gastrointestinal tract. **Current Opinion in Gastroenterology**, v. 21, p. 687–691, 2005.
- OKADA, M.; TANAKA, T.; OSETO, M. et al. Genetic analysis of noroviruses associated with fatalities in healthcare facilities. **Archives of Virology**, v. 151, p.1635–1641, 2006.
- OLIVER, S.L.; ASOBAYIRE, E.; DASTJERDI, A.M. et al. Genomic characterization of the unclassified bovine enteric virus Newbury agent-1 (Newbury1) endorses a new genus in the family Caliciviridae. **Virology**, v. 350, p. 240–250, 2006.
- REUTER, G., BIRO, H., SZUCS, G. Enteric caliciviruses in domestic pigs in Hungary. **Archives of Virology**, v. 152, p. 611–614, 2007.
- ROCKX, B.; DE WIT, M.; VENNEMA, H. et al. Natural history of human calicivirus infection: a prospective cohort study. **Clinical Infectious Diseases**, v. 35, p. 246–253, 2002.
- RUVUEN-CLOUET, N.; GANIERE, J.P.; ANDRE-FONTAINE, G. et al. Binding of rabbit hemorrhagic disease virus to antigens of the ABH histo-blood group family. **Journal of Virology**, v. 74, p. 11950–11954, 2000.

- SCHAFFER, F.L.; EHRESMANN, D.W.; FRETZ, M.K. et al. A protein, VPg, covalently linked to 36S calicivirus RNA. **Journal of General Virology**, v. 47, p. 215–220, 1980.
- SMILEY, J.R.; CHANG, K.O.; HAYES, J. et al. Characterization of an enteropathogenic bovine calicivirus representing a potentially new calicivirus genus. **Journal of Virology**, v. 76, p. 10089–10098, 2002.
- SMILEY, J.R.; HOET, A.E.; TRAVEN, M. et al. Reverse transcription-PCR assays for detection of bovine enteric caliciviruses (BEC) and analysis of the genetic relationships among BEC and human calicivirus. **Journal of Clinical Virology**, v. 41, p. 3089–3099, 2003.
- STRAUB, T.M.; HONERZUBENTRUP, K.; OROSZ-COGLAN, P. et al. In vitro cell culture infectivity assay for human noroviruses. **Emerging Infectious Diseases**, v. 13, p. 396–403, 2007.
- SUGIEDA, M.; NAGAOKA, H.; KAKISHIMA, Y. et al. Detection of Norwalk-like virus genes in the caecum contents of pigs. **Archives of Virology**, v. 143, p. 1215–1221, 1998.
- TAN, M.; HEGDE, R.S.; JIANG, X. The P domain of norovirus capsid protein forms dimer and binds to histo-blood group antigen receptors. **Journal of Virology**, v. 78, p. 6233–6242, 2004.
- TAN, M.; JIANG, X. Norovirus and its histo-blood group antigen receptors: an answer to a historical puzzle. **Trends in Microbiology**, v. 13, p. 285–293, 2005.
- TIAN, P.; JIANG, X.; ZHONG, W. et al. Binding of recombinant norovirus like particle to histo-blood group antigen on cells in the lumen of pig duodenum. **Research in Veterinary Science**, v. 83, p. 410–418, 2007.
- TIMENETSKY, M.C.S.T.; KISIELIUS, J.J.; GRISI, S.J.F.E. et al. Rotavírus, adenovírus, astrovírus, calicivírus e small round virus particles em fezes de crianças, com e sem diarreia aguda, no período de 1987 a 1988, na Grande São Paulo. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, v. 53, p. 275–80, 1993.
- VAN DER POEL, W.H.; VAN DERHEIDE, H.; VERSCHOOR, F. et al. Epidemiology of Norwalk-like virus infections in cattle in The Netherlands. **Veterinary Microbiology**, v. 92, p. 297–309, 2003.
- VINJÉ, J.; VENNEMA, H.; MAUNULA, L. et al. International Collaborative Study to Compare Reverse Transcriptase PCR Assays for Detection and Genotyping of Noroviruses. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 41, p. 1423–33, 2003.
- WANG, Q.H.; HAN, M.G.; CHEETHAM, S. et al. Porcine noroviruses related to human noroviruses. **Emerging Infectious Diseases**, v. 11, p. 1874–1881, 2005.
- WARD, J.M.; WOBUS, C.E.; THACKRAY, L.B. et al. Pathology of immunodeficient mice with naturally occurring murine norovirus infection. **Toxicologic Pathology**, v. 34, p. 708–715, 2006.
- WISE, A.G.; MONROE, S.S.; HANSON, L.E. et al. Molecular characterization of noroviruses detected in diarrheic stools of Michigan and Wisconsin dairy calves: circulation of two distinct subgroups. **Virus Research**, v. 100, p. 165–177, 2004.
- WOBUS, C.E.; KARST, S.M.; THACKRAY, L.B. et al. Replication of Norovirus in cell culture reveals a tropism for dendritic cells and macrophages. **PLoS Biology** 2, e432. 2004.
- WOODE, G.N.; BRIDGER, J.C. Isolation of small viruses resembling astroviruses and caliciviruses from acute enteritis of calves. **Journal of Medical Microbiology**, v. 11, p. 441–452, 1978.
- ZHENG, D.P.; ANDO, T.; FANKHAUSER, R.L. et al. Norovirus classification and proposed strain nomenclature. **Virology**, v. 346, p. 312–323, 2006.



Capítulo 13 - Membranas biológicas como biomaterial para uso em cirurgias reconstrutivas

Patricia Maria Coletto Freitas¹
Fernando Borges Miranda²
Warley Gomes Santos³
Duvaldo Eurides⁴

Introdução

Os tecidos e órgãos do corpo estão sujeitos a lesões, que, se mal tratadas ou não tratadas, podem levar à formação de cicatrizes com presença de dor, restrição dos movimentos e perda de suas funções. Em algumas situações, o tratamento dessas lesões envolve a remoção do tecido lesado e sua substituição por um biomaterial (Williams, 1985), que é um material natural ou sintético destinado a interagir com os sistemas biológicos do corpo para tratar, aumentar ou substituir um tecido (Williams 1999). Nesse sentido, as membranas biológicas vêm sendo utilizadas como biomaterial, pois possuem baixo custo, preparo simples, esterilização viável, facilidade na estocagem, pouca e/ou nenhuma reação tecidual e facilidade de obtenção. Além disso, quando implantadas devem fornecer arcabouço para a orientação e para o desenvolvimento de novos tecidos (Batista et al., 1996).

A procura do método ideal para conservação desses materiais biológicos vem sendo constante, devido ao crescente uso dos transplantes homólogos e heterólogos em cirurgia restauradora (Leite et al., 1979). Além disso, segundo Rodgers et al. (1981), o emprego de membranas biológicas conservadas por longos períodos possui vantagens como a possibilidade de serem moldadas de acordo com o tamanho da lesão.

Aqui descreveremos alguns tipos de membranas biológicas mais comumente utilizadas em cirurgias reparadoras, bem como os processos de conservação desses tecidos.

¹ Professor Adjunto. Escola de Veterinária (EV). Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias (DCCV), UFMG e docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias/ UFES. Autor para correspondência: pcoletto@yahoo.com.br.

² MsC Ciências Veterinárias, pela Universidade Federal do Espírito Santo/ UFES.

³ Mestrando Ciência Animal, EV DCCV, UFMG.

⁴ Professor Titular. Universidade Federal de Uberlândia/ UFU.

Membranas biológicas naturais

1- Peritônio

O peritônio é uma camada fina de túnica serosa. Anatomicamente reveste a cavidade abdominal, a cavidade pélvica em partes, e as vísceras. Sua superfície livre tem aparência brilhante e lisa, composta de camadas de células mesoepiteliais planas e umedecida pelo líquido peritoneal. Já sua superfície externa é composta de tecido subseroso, e se adere na parede abdominal e nas vísceras. Além disso, forma as pregas (omento, ligamentos, mesentério, mesocólon, mesoduodeno, mesorreto, entre outros), com quantidades variáveis de tecido conjuntivo, tecido adiposo, nodulos linfáticos, músculo liso e tecido fibroso (Sisson, 1986).

A coleta e a utilização a fresco do peritônio pode ser realizada por celiotomia mediana, retirando-se tecido constituído por fásia e peritônio, e também fásia, peritônio e parte do músculo reto do abdome (Lopes & Silva, 2005)

O peritônio pode ser utilizado para o reparo de hérnia perineal, substituição de retalho diafragmático (Daleck et al., 1988; Daleck et al., 1992) e na tenoplastia do tendão calcanear comum (Freitas et al., 2006) (Figura 1). Quando utilizada como enxerto, essa membrana forneceu suporte para o crescimento de tecido novo adjacente ao local implantado, sendo reabsorvido parcialmente, exercendo papel de arcabouço, sem sinais de rejeição (Daleck et al., 1992; Costa Neto et al., 1999).

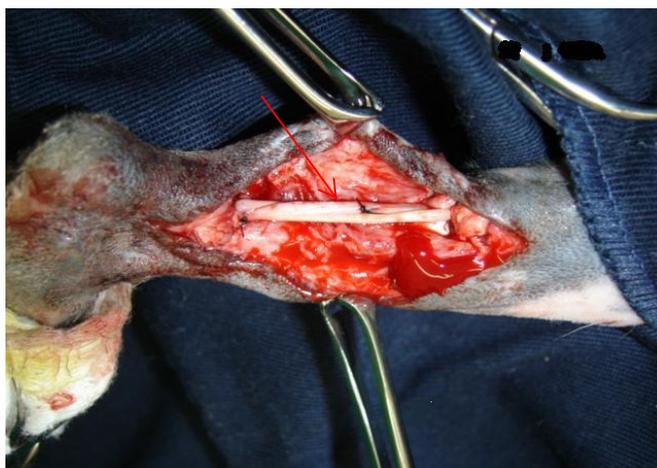


Figura 1. Tenoplastia do tendão calcanear comum de coelho. Observe o peritônio bovino fixado por meio de sutura ao tendão calcanear comum (seta).

2- Pericárdio

O pericárdio é um saco fibroso que envolve o coração e assume uma forma semelhante à do órgão em seu interior. É composto de uma lâmina fibrosa (*pericardium fibrosum*), que é uma camada fina, forte e inelástica; e de uma lâmina serosa (*pericardium serosum*), que é um saco fechado, circundado pelo pericárdio fibroso, invaginado pelo coração, e que contém um líquido seroso claro, e é ainda composta de tecido conjuntivo membranoso, rico em fibras elásticas e recoberta por camadas de células mesoteliais. Esta última lâmina também é dividida em camada parietal que reveste a lâmina fibrosa a qual está ligada, e camada visceral que reveste o coração (Getty, 1986).

Para ser utilizada como enxerto, a membrana deve ser coletada por dissecação cirúrgica, dependendo das necessidades envolvidas no procedimento. A sua obtenção pode ser realizada de forma séptica e asséptica (Brun et al. 2002).

Essa membrana pode ser utilizada para reconstrução tecidual, no reparo em hernioplastias diafragmáticas em cães (Mazzanti et al., 2003) e como curativo biológico em cães (Aceto et al., 2007). Segundo Brun et al. (2002), após enxertado, o pericárdio serviu como arcabouço para crescimento de tecido vivo. Além disso, de acordo com Aceto et al. (2007), agiu como acelerador da reepitelização e da regeneração cicatricial.

3- Tendão

O tendão é uma fita densa de tecido conjuntivo fibroso que age como intermediário na inserção do músculo ao osso. Como reflexo das exigências mecânicas desta estrutura, os tendões são compostos de tecido conjuntivo denso e regular em um arranjo específico (Aron, 1996). Os constituintes principais dessa membrana são feixes paralelos, espessos e bem compactos de colágeno orientado longitudinalmente. A unidade básica da estrutura tendínea, o feixe tendíneo primário, pode ser definido como feixes conexos de fibrilas colagenosas localizadas entre fileiras de fibroblastos e envolvidas por seus processos anastomóticos. As fibrilas colagenosas no interior de um feixe primário estão dispostas de maneira paralela, mas tem um curso helicoidal ao longo do comprimento do tendão (Evans & De Lahunta, 1994). O tendão recebe irrigação sanguínea da junção miotendínea e óssea. Somente 25% da irrigação tendínea é de origem muscular ou óssea, tanto distal como proximal ao tendão. O paratendão, bem como o mesotendão, associados às bainhas tendíneas, contribuem de maneira significativa com a irrigação sanguínea (Mcilwraith, 1994).

Os tendões utilizados para enxerto ou implante são coletados através de dissecação e exeresse cirúrgica, tendo sido utilizados os tendões flexores dos dedos e tendão calcâneo comum (Magnaghi et al., 1994), tendão do músculo flexor superficial dos dedos (Eurides et al., 2007), sendo posteriormente à coleta, utilizados imediatamente ou conservados. A utilização do tendão já foi relatada na reconstrução do tendão calcâneo comum em coelhos (Magnaghi et al., 1994) e no reparo de desvio peniano em bovinos (Eurides et al., 2007). Após enxertado, essa membrana pode sofrer integração ao leito receptor (Magnaghi et al., 1994) ou ser reabsorvido, mantendo a função de arcabouço durante o processo de reparação (Eurides et al. 2007).

4- Cartilagem

A cartilagem é uma forma de tecido conjuntivo, podendo se apresentar na forma de cartilagem hialina, elástica e fibrosa. A cartilagem hialina está presente em grandes partes do esqueleto vertebrado em desenvolvimento, discos epifisários, cartilagem articular, traquéia e brônquios. É formada por matriz interterritorial e territorial, com condrócitos confinados na matriz, a qual é revestida por pericôndrio. Este é internamente constituído de uma camada condrogênica e externamente de tecido conjuntivo irregular denso. A cartilagem elástica apresenta estrutura semelhante, mas com presença de grande quantidade de fibras elásticas incrustadas. É encontrada na epiglote, laringe e pavilhões auriculares. Já a cartilagem fibrosa é formada de tecido conjuntivo denso, com agrupamentos lineares de condrócitos incrustados em pouca matriz. Está presente nos discos intervertebrais, esqueleto cardíaco e alguns tendões, próximo à inserção óssea (Bacha Jr. & Bacha, 2003).

Para ser utilizada em enxertia, a cartilagem é obtida de acordo com o tipo de tecido a ser enxertado, dependendo das características desejáveis do tecido, podendo ser retirada da traquéia e pavilhão auricular externo (Contesini et al., 2004; Baungarten et al., 2007).

A cartilagem como membrana biológica foi descrita para reparo da artéria femoral de cães com traquéia de galo doméstico (Contesini et al., 2004), na blefaroplastia em coelhos com cartilagem auricular (Baungarten et al., 2007) (Figura 2), e experimentalmente na reconstrução da parede torácica de coelhos (Freitas, 2003). As reações observadas entre tecido nativo e esse material após o reparo foram classificadas como de integração tecidual por Contesini et al. (2004) e reepitelizante por Baungarten et al. (2007).

5- Membrana Amniótica

A membrana amniótica de várias espécies tem sido utilizada experimentalmente em feridas cutâneas e principalmente em lesões da córnea, neste caso parecendo haver resultados muito favoráveis para ser utilizada clinicamente. A membrana amniótica pode ser utilizada como bandagem ou como implante (Aceto et al., 2007; Pontes et al., 2011). O epitélio da membrana amniótica possui funções especializadas, entre as quais o efeito antiadesivo, propriedades bacteriostáticas, proteção mecânica da lesão, redução da dor, efeito na epitelização e pouca antigenicidade (Pontes et al., 2011).



Figura 2. Blefaroplastia em coelho. Observe a cartilagem auricular (seta) fixada a pálpebra inferior do coelho.

Membranas biológicas sintéticas

1- Látex

O látex é constituído por uma cadeia de poliisoprenóis, encontrados nos tecidos dos animais superiores, na forma de cadeias maiores, tais como esqualeno, ubiquinona e dolico, altamente purificada de proteínas (Sader et al., 2000). A polilisina encontrada na sua constituição é um polication que aumenta a permeabilidade e o fluxo microvascular, permitindo melhor aderência protéica e celular, estimulando os agentes celulares envolvidos na cicatrização. As proteínas alérgicas são diminuídas por um processo de centrifugação após a obtenção do látex, o que a torna um material inócuo e com menores

chances de rejeição quando utilizado em órgãos e tecidos (Quege, 2005 – comunicação pessoal). Este polímero apresenta-se como uma membrana fina, elástica, translúcida e de fácil manuseio. Após estudo com esta biomembrana, Mrué (1996) descreveu que esta apresenta propriedades biológicas, tais como atividade neoangiogênica, promoção de adesão celular e formação de matriz extracelular; além de ser de origem vegetal, não apresentando o potencial de transmissão de doenças infecciosas como outras membranas (Pinho et al., 2004).

A membrana de látex já foi utilizada como substituta parcial do pericárdio de cães (Sader et al., 2000) e para reparação da conjuntiva de coelhos (Pinho et al., 2004). Segundo Sader et al. (2000), após a utilização desta membrana em pericárdio não observou-se aderência desta a vísceras adjacente. Além disso, descreveram que esta atuou como arcabouço para o crescimento do tecido e manteve suas propriedades elásticas. Também de acordo Pinho et al. (2004), este biomaterial favoreceu a cicatrização e a neoangiogênese.

Meios de Conservação

1- Glicerina

Trata-se de um álcool triídrico que apresenta acentuada hidrofília devido à sua polaridade (Leite et al., 1979). Ao tornar-se livre, é capaz de atrair átomos de hidrogênio das moléculas vizinhas sem, contudo, promover uma reação química, preservando assim a arquitetura dos tecidos nela conservados. Entretanto, tanto a glicerina quanto a água, moléculas polares, apresentam o fenômeno físico-químico de atração mútua. Este fato promove a condensação do volume caracterizando uma ação desidratante, que consiste em redução de volume exercido pela glicerina nas amostras que nela forem conservadas. Esta propriedade é fundamental para explicar tanto a ocorrência da delaminação, ou seja, do deslocamento das camadas de colágeno, quanto ao evento da retração dos núcleos (Pigossi et al., 1971). Ela apresenta como vantagens baixo custo e propriedade antisséptica (Alvarenga, 1992), preservar a textura do tecido além de reduzir a aumentar a resistência à tração, sem alterar o grau de elasticidade (Pigossi, 1967; Ziliotto et al., 2003).

Para conservação, após a obtenção das membranas, estas devem ser devidamente lavadas em água corrente para retirada de resíduos. Após o acondicionamento do material em frascos contendo a solução de glicerina, este é mantido à temperatura ambiente ou colocado em geladeiras (Ziliotto et al. 2003; Aceto et al. 2007). A proporção “glicerina/membrana” utilizada pode ser de 20:1, ou até que o material fique coberto pela solução (Oliveira & Alvarenga, 1998). Para não estimularem reação imunológica, estas membranas devem permanecer conservadas por um período mínimo de 30 dias em glicerina (Daleck et al., 1992). A membrana amniótica pode ficar por um período de até seis meses. Alguns dos relatos acerca do tempo de conservação do material na solução decorrem de sete dias (Melo, 1997) até nove anos (Gioso et al., 2002). Antes de serem utilizadas, as membranas conservadas nesta solução devem ser reidratadas, utilizando para tal solução de cloreto de sódio a 0,9%, de cinco minutos até 30 minutos, dependendo do tecido a ser hidratado (Oliveira & Alvarenga, 1998). Ainda há a possibilidade de se acrescentar outras substâncias à solução de cloreto de sódio a 0,9%, como antibióticos e antissépticos (Contesini et al., 2004).

Diversas membranas foram conservadas neste meio, como peritônio (Costa Neto et al., 1999), cápsula esplênica (Eurides et al., 2006), tendões (Raiser, 2000), traquéia (Contesini et al., 2004) e cartilagem auricular (Freitas, 2003).

2- Açúcar

O açúcar comum ou sacarose de cana-de-açúcar possui propriedades cicatrizantes, por participar no desenvolvimento e maturação precoce de tecido de granulação e favorecimento rápido da regeneração epitelial (Prata et al., 1988). Além disso, quando em concentrações acima de 250% (Costa Neto et al., 1997), possui poder antimicrobiano sobre alguns tipos de bactérias (Raiser & Badke, 1987; Costa Neto et al., 1997). Isto se deve à sua hiperosmolaridade, tornando assim este meio inadequado para o crescimento e sobrevivência bacterianas, além de seu poder higroscópico, que contribui para a redução do edema (Weiss et al., 1984) e desidratante de membranas biológicas (Mazzanti et al., 2001).

Como meio conservante, o açúcar é utilizado em concentração de 300%, sendo adicionados 100 mililitros de água destilada à 300 gramas de açúcar cristalizado, homogeneizando a mistura e gerando uma concentração de 3:1 (Mazzanti et al., 2001). A membrana para ser conservada neste meio deve ser coletada de forma asséptica, realizando posteriormente a lavagem da membrana em água corrente, posterior imersão em solução de cloreto de sódio a 0,9%, e alocado em frasco estéril com a solução. Após as 48 horas de armazenamento, a membrana biológica deve ser retirada deste meio e colocada novamente em uma outra solução hipersaturada de açúcar. Neste meio, o biomaterial deve ficar imerso por um período superior a 30 dias. Antes de se utilizar o material conservado, este deve ser lavado com de solução de cloreto de sódio a 0,9%, e posteriormente imerso em cuba estéril contendo na mesma solução para hidratação (Mazzanti et al., 2001), ou solução ringer acrescida de polivinilpirrolidona iodo em proporção 50:1, 24 horas antes do seu uso (Rappeti et al., 2007).

Membranas como o músculo diafragma canino (Mazzanti, 1999), pericárdio bovino (Mazzanti et al., 2003) e costela de gatos (Rappeti et al., 2007) já foram conservados neste meio, o qual manteve as características teciduais da membrana conservada.

3- Sal (Cloreto de sódio)

A solução saturada de NaCl, cloreto de sódio, possui propriedades antissépticas, pela criação de um ambiente de baixa atividade de água, o que inibe o crescimento das bactérias. Esse meio também pode promover a conservação de membranas biológicas devido à presença de iodo no sal comercial, além de poder possuir função antiimunogênica (Brun et al. 2004).

A solução saturada de sal é preparada com a adição de 1,5 gramas de sal comercial a um mililitro de água destilada ou tridestilada, sendo posteriormente homogeneizado no liquidificador ou manualmente. Antes de ser utilizado, o biomaterial deve ser lavado e hidratado em solução de cloreto de sódio a 0,9% por 15 minutos (Brun et al., 2004), ou 30 minutos com a mesma solução acrescida de antibiótico enrofloxacina (Freitas et al., 2006; Baungarten et al., 2007). A membrana biológica coletada de forma não asséptica e alocada nessa solução foi conservada por 90 dias sem apresentar sinais de contaminação (Brun et al., 2004).

Esta solução foi utilizada para conservação de pericárdio canino (Brun et al., 2002), peritônio bovino (Freitas et al., 2010) (Figura 4A) e cartilagem auricular de coelhos (Baungarten et al., 2007) (Figura 4B). A solução de sal mantém as características estruturais do implante/enxerto nela conservada, com integração desse material ao leito receptor (Brun et al. 2002; Baungarten et al., 2007).

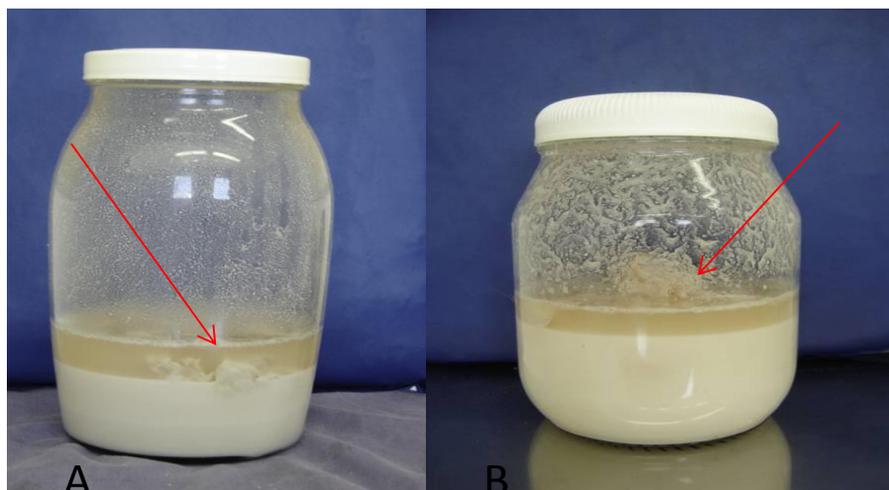


Figura 3. (AB). Frasco contendo solução saturada de sal. A. Observe peritônio bovino (seta) mergulhado no meio conservante. B. Observe cartilagem auricular mergulhada (seta) no meio conservante.

Comentários finais

As membranas biológicas são uma ferramenta de valor no campo da cirurgia reparadora. Além das vantagens de fácil obtenção, manuseio e conservação, podem ser consideradas como uma escolha a mais no tratamento de defeitos, onde o tecido natural está vastamente comprometido ou ausente. O processo de incorporação ou integração desses materiais sem reações de rejeição aceleram processo de reparação tecidual e fornecem ao organismo um apoio durante a restauração.

Os meios de conservação são capazes de manter as membranas viáveis por períodos de tempo variáveis, excluindo a necessidade e a limitação do uso imediato pós-coleta. Entretanto, a busca pela membrana e meio de conservação ideais trás à referência alguma discordância entre os autores, embora todos concordem no sentido dessas membranas biológicas como uma opção no campo da cirurgia reparadora.

Espera-se que com a divulgação das informações, mais cirurgiões possam se familiarizar com este recurso, utilizando-se das membranas biológicas e meios de conservação como um arsenal de fácil obtenção, manutenção e de resultados satisfatórios, a um custo reduzido.

Referências Bibliográficas

- ACETO, M. L.; COELHO, M. C. O. C.; MONTEIRO, V. L. C. et al. Membrana amniótica e pericárdio canino como curativos biológicos na preparação do leito receptor para enxertia cutânea autógena. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 2, p. 358-362, 2007.
- ALVARENGA, J. Possibilidades e limitações da utilização de membranas biológicas preservadas em cirurgia. IN: DALECK, C. R.; BAPTISTA, L. C.; MUKAI, L. S. **Tópicos em cirurgia de cães e gatos**. Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 1992. p. 33-42.
- ARON, D. N. **Técnicas de reparo de tendões**. In: BOJRAB, M.J. **Técnicas atuais em cirurgia de pequenos animais**. 3.ed., São Paulo:Roca, 1996. cap.40, p.516-527.

- BACHA JR, W. J.; BACHA, L. M. **Cartilagem**. IN: BACHA JR, W. J.; BACHA, L. M. Atlas Colorido de Histologia Veterinária. 2. ed., São Paulo: Roca, 2003. cap.4., p. 27-30.
- BATISTA, L. C.; DALECK, C. R.; SHIMANO, A. C. et al. Estudo comparativo da resistência à tração do peritônio (bovino, eqüino, suíno e canino) a fresco e conservado em glicerina. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 33, p. 305-312, 1996.
- BAUNGARTEN, L. B.; FREITAS, P. M. C.; EURIDES, D. et al. Blefaroplastia em coelhos por meio de cartilagem auricular alógena conservada em solução saturada de NaCl. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v. 59, n. 5, p. 1219-1223, 2007.
- BRUN, M. V.; PIPPI, N. L.; DRIEMEIER, D. et al. Solução hipersaturada de sal como conservante de pericárdio canino utilizado na reparação do músculo reto abdominal de ratos Wistar. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 1019-1025, 2002.
- BRUN, M. V.; PIPPI, N. L.; DRIEMEIER, D. et al. Solução hipersaturada de sal ou de glicerina a 98% como conservantes de centros frênicos caninos utilizados na reparação de defeitos musculares em ratos Wistar. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 147-153, 2004.
- CONTESINI, E. A.; PIPPI, N. L.; BECK, C. A. C. et al. Implante de traquéia de Gallus domesticus Gallus domesticus na microanastomose arterial em case. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 32, n. 2, p. 89-95, 2004.
- COSTA NETO, J. M.; DALECK, C. R. et al. Tenoplastia experimental do calcâneo em cães com peritônio bovino conservado em glicerina. **Ciência Rural**, v. 29, n. 4, p.697-703, 1999.
- COSTA NETO, A. A. C.; PAES, J. L. L.; CARVALHO, R. G.; et al. Concentração bactericida do açúcar em culturas de *Escherichia coli*. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgia**, v. 24, p. 151-154, 1997.
- DALECK, C. R.; DALECK, C. L. M.; PADILHA FILHO, J. G. et al. Reparação de hérnia perineal em cães com peritônio de bovino conservado em glicerina. **Ciência Rural**, v. 22, n. 2, p.179-183, 1992.
- EURIDES, D.; DALECK, C. R.; SILVA, M. et al. Utilização da cápsula esplênica de bovino na ceratoplastia lamelar em coelhos. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia Unipar**, v.9, n. 2, p. 117-121, 2006.
- EURIDES, D.; BENTO, L. R. T.; SILVA, L A. F. et al. Implante de tendão autógeno do músculo flexor superficial dos dedos no reparo de desvio do pênis de bovinos. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v. 44, n. 6, p. 415-421, 2007
- EVANS, H.E ; DE LAHUNTA, A. **Miller guia para dissecação do cão**. 3. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 206p.
- FREITAS, P.M.C. **Reparo da parede torácica de coelhos com cartilagem auricular de cães e pedículos dos músculos grande dorsal e serrátil ventral**. Uberlândia, 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Uberlândia, 2003. 56p.
- FREITAS, P. M. C.; DALECK, C. R.; MELO, M. S. et al. Eletroacupuntura aplicada nas fases precoce e tardia da cicatrização do tendão calcâneo comum de coelhos após reparo tardio com peritônio bovino conservado em solução supersaturada de sal: aspectos clínicos. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, p. 1830-1836, 2006.
- FREITAS, P.M.C.; DALECK, C.R.; NUNES, L.C. et al. Eletroacupuntura no reparo do tendão calcâneo comum em coelhos após enxertia com peritônio bovino. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p. 324-331, 2010.

- GETTY, R. **Generalidades sobre o coração e os vasos sanguíneos**. IN: SISSON, S.; GROSSMAN, J.D.; GETTY, R. Sisson/Grossman Anatomia dos Animais Domésticos Getty, 5.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. 153-162p.
- GIOSO, M. A.; BENITES, N. R.; KAMPF, G. Análise microbiológica de ossos de cães conservados por longo período de tempo na glicerina a 98% à temperatura ambiente, objetivando a enxertia óssea. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 17, n. 4, p. 242-246, 2002.
- LEITE, J. B. F.; MARQUES, A. F.; GOMES, O. M. et al. A glicerina e a preservação de tecidos. **Revista Paulista de Medicina**, v. 93, n. 3-4, p. 81-84, 1979.
- LOPES, F.B.; SILVA, A.L. Enxerto autólogo de peritônio-fáscia-músculo, no canal inguinal de ratos. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 20, n. 1 p. 88-92, 2005.
- MAGNAGHI, A.; MATTAR JR., R.; AZZE, R. J. et al. Estudo experimental sobre as propriedades histológicas dos enxertos de tendões liofilizados. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 29, p. 205-10, 1994.
- MAZZANTI, A.; PIPPI, N. L.; RAISER, A. G. et al. Reparação do diafragma de cães com segmento muscular homólogo ortotópico conservado em solução supersaturada de açúcar. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, n. 1, p. 21-26, 2001.
- MAZZANTI, A.; RAISER, A. G.; PIPPI, N. L. et al. Hernioplastia diafragmática em cão com pericárdio bovino conservado em solução supersaturada de açúcar. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v. 55, n. 6, p. 677-684, 2003.
- McILWRAITH, W. **Doenças das articulações, tendões, ligamentos e estruturas relacionadas**. IN: STASHAK, T. S. Claudicação em equinos segundo Adams. 4 ed, São Paulo: Roca, 1994. 465-478p.
- MRUÉ, F. **Substituição do esôfago cervical por prótese biosintética de látex. Estudo experimental em cães**. Ribeirão Preto: 1996. 86f. Dissertação (Mestrado em Medicina) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. 1996.
- OLIVEIRA, A.O.; ALVARENGA, J. Membrana amniótica preservada em glicerina no reparo de feridas cutâneas de membros locomotores de eqüinos. **Ciência Rural**, v. 28, n.4, p.623-628, 1998.
- PIGOSSI, N. **A glicerina na conservação de dura-máter: estudo experimental**. 83 f. Tese (Livre Docência). Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 1967.
- PIGOSSI, N.; RAIÁ, A.; LEX, A. et al. Estudo experimental e clínico sobre o emprego como implante da dura-máter homogêna conservada em glicerina à temperatura ambiente. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 17, n. 8, p. 263-278, 1971.
- PINHO, E. C. C. M.; FARIA E SOUSA, S. J.; SCHAUD, F. et al. Uso experimental da biomembrana de látex na reconstrução conjuntival. **Arquivo Brasileiro de Oftalmologia**, v. 67, n. 1, p. 27-32, 2004.
- PONTES, K.C.S; BORGES, A.P.B.; ELEOTÉRIO, R.B et al . Processo de reparação de lesões da córnea e a membrana amniótica na oftalmologia. **Cienc. Rural**, v. 41, n. 12, 2011.
- PRATA, M. B.; HADDAD, C. M.; GOLDENBERG, S. Uso tópico do açúcar em ferida cutânea. Estudo experimental em rato. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 43-48, 1988.
- RAISER, A. G.; BADKE, M. R. Terapia de infecções cirúrgicas com jatos de solução salina e açúcar granulado. **Revista Brasileira Medicina Veterinária**, v. 9, n. 6, p. 125-128, 1987.
- RAISER, A.G. **Homoimplante ortotópico de tendão cacâneo comum, preservado em glicerina a 98%, e tratado com radiação laser arseneto de gálio em cães**. 80f. Tese

- (Doutorado em Cirurgia Veterinária) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.
- RAPPETI, J. C. S.; PIPPI, N. L.; BRAGA, F. V. A. et al. Homoimplante de costela conservada em solução supersaturada de açúcar a 300% ou em açúcar in natura na reconstituição experimental de costelas em gatos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1712-1718, 2007.
- RODGERS, B. M.; MAHER, J. W.; TALBERT, J. L. The use of preserved human dura for closure of abdominal wall and diaphragmatic defects. **Annals Surgery**, v. 193, n. 5, p. 606-611, 1981.
- SADER, S. L.; COUTINHO NETTO, J.; BARBIERI NETO, J. et al. Substituição parcial do pericárdio de cães por membrana de látex natural. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 15, n. 4, p. 338-344, 2000.
- SISSON, S. **Esplancnologia Geral**. IN: SISSON, S.; GROSSMAN, J.D.; GETTY, R. Sisson/Grossman Anatomia dos Animais Domésticos Getty. 5.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. 94-99p.
- WEISS, R. G.; NECTOUX FILHO, J. L.; FALLEIRO, R. P. T. et al. Tratamento da ferida operatória infectada: açúcar, uma nova opção. **Revista AMRIGS**, v. 28, p. 337-342, 1984.
- WILLIAMS, D.F. **Biocompatibility of tissue analogs**. Boca Raton: CRC Press, 1985. 166p.
- WILLIAMS, D.F. **Dictionary of biomaterials**. Liverpool: Liverpool University Press, 1999. 42p.
- ZILIOOTTO, L.; FANTINATTI, A. P.; DALECK, C. R. et al. Utilização de implante ósseo cortical alógeno conservado em glicerina para preservação de membro torácico: estudo experimental em cães. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 18, n. 2, p. 107-114, 2003.



Capítulo 14 - Potenciais reservatórios de leishmaniose tegumentar americana no Estado do Espírito Santo

Stela Rechinelli Passos¹
Sayanne Luns Hatum de Almeida²
Marcos Santos Zanini³

1. Introdução

Na América subtropical, a leishmaniose tegumentar americana (LTA) é uma zoonose amplamente difundida, representando um sério problema de saúde pública em 15 países (Cupolillo et al., 2003; Alvar et al., 2008). No Brasil, ocorre em todo o território nacional (Madeira et al., 2003).

Seu agente etiológico com maior distribuição geográfica e prevalência fora da região Amazônica é *Leishmania (Viannia) braziliensis*, responsável pela manutenção da doença no Espírito Santo (Ferreira et al., 2001; Falqueto et al., 2003).

O ciclo de transmissão da LTA é originalmente silvestre, e acredita-se que seus reservatórios sejam pequenos mamíferos selvagens (Brandão-Filho et al., 2003; Oliveira et al., 2005; Dantas-Torres, 2007; Quaresma et al., 2011). A partir das modificações provocadas pelo homem nos ambientes naturais, a adaptação de flebotomíneos a estas novas áreas passou a provocar a doença também nos meios rurais e urbanos (Falqueto et al., 1991; Schubach et al., 1998; Madeira et al., 2003; Silva et al., 2006; Schallig et al., 2007; WHO, 2010; Quaresma et al., 2011). Com ciclos domiciliares estabelecidos no meio rural e urbano, sugere-se que animais sinantrópicos e domésticos tenham assumido um papel fundamental na transmissão e manutenção do parasita nestes locais (Falqueto et al., 1991; Falqueto, 1997; Dantas-Torres, 2007; Quaresma et al., 2011).

Apesar de o cão ser sabidamente importante reservatório em meio urbano para leishmaniose visceral causada por *L (L.) infantum*, parece não exercer mesma função para LTA (Dantas-Torres, 2007). Assim, a falta de definição dos reservatórios da doença impede o estabelecimento de estratégias de controle para a LTA (Cupolillo et al., 2003; Madeira et al., 2003; Oliveira et al., 2005; Motazedian et al., 2006; Bidabadi et al., 2009; Oshaghi et al., 2011; Goto e Lindoso, 2012; Quaresma et al., 2012).

Espécies de pequenos mamíferos apontadas como potenciais reservatórios em diferentes regiões do país podem também ser encontradas em diversas áreas endêmicas da

¹ Aluna de Mestrado em Ciências Veterinárias do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Espírito Santo

² Aluna de Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo

³ Professor do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Espírito Santo

doença (Quaresma et al., 2011). Assim, objetiva-se com este trabalho definir quais destas espécies ocorrem no Estado, possibilitando a formulação de hipóteses para a realização de estudos que esclareçam as lacunas ainda presentes em relação ao ciclo de transmissão da doença no Espírito Santo.

2.1 A Leishmaniose

A leishmaniose é considerada uma das mais negligenciadas entre as doenças tropicais. Mais de 12 milhões de pessoas estão infectadas, dois milhões de casos são relatados a cada ano e 350 milhões de pessoas são consideradas em risco de infecção e doença, por residirem em áreas de transmissão ativa (Piscopo e Azzopardi, 2006; Alvar et al., 2008; David e Craft, 2009; WHO, 2010). Estima-se que 70.000 mortes sejam atribuídas à doença anualmente (David e Craft, 2009; Torrico et al., 2009). Em 88 países, afeta parcelas mais pobres da população, particularmente naqueles em desenvolvimento, sendo endêmica em mais de 60 países (Piscopo e Azzopardi, 2006; Alvar et al., 2008; David e Craft, 2009; Gomes et al., 2012). Artigos científicos sobre a doença foram produzidos em 140 países de diferentes partes do mundo (Al-Mutawakel et al., 2010)

É uma zoonose causada por diferentes protozoários do gênero *Leishmania*, divididos nos subgêneros (*Viannia*) e (*Leishmania*), que provocam basicamente três doenças clínicas conhecidas: leishmaniose cutânea, mucocutânea e visceral (Schubach et al., 1998; Oliveira et al., 2005; Piscopo e Azzopardi, 2006; Alvar et al., 2008; David e Craft, 2009; Barratt et al., 2010; WHO, 2010; Bañuls et al., 2011).

Em sua forma tegumentar (cutânea ou mucocutânea), está presente em pelo menos 82 países (Alvar et al., 2008). A manifestação clínica da doença depende de características do hospedeiro (i.e. status imunológico); do vetor, e principalmente do tipo de *Leishmania* envolvida no processo (Alvar et al., 2008; Brito et al., 2009; David e Craft, 2009; Silveira et al., 2009; Bañuls et al., 2011; Goto e Lindoso, 2012).

Na América subtropical, a forma tegumentar da doença recebe o nome de leishmaniose tegumentar americana (LTA). É amplamente difundida, constituindo um sério problema de saúde pública em 15 países (Cupolillo et al., 2003; Alvar et al., 2008). São registrados a cada ano de um a 1,5 milhão de novos casos, 90% deles provenientes de seis países, incluindo o Brasil, onde ocorre em todo o território nacional (Madeira et al., 2003; Gomes et al., 2012; Goto e Lindoso, 2012).

As espécies causadoras mais comumente envolvidas na LTA são *Leishmania (Viannia) guyanensis*, *L. (L.) amazonensis* e *L. (V.) braziliensis* – esta última com maior distribuição geográfica e alta prevalência, principalmente fora da região Amazônica, seguida por *L. (L.) amazonensis* e *L. (V.) guyanensis* (Schubach et al., 1998; Silva et al., 2006; Dantas-Torres, 2007; Goto e Lindoso, 2012).

2.2 Ciclos de transmissão da Leishmaniose Tegumentar Americana

O ciclo de transmissão envolve diversas espécies de mamíferos como hospedeiros, e fêmeas de cerca de 30 espécies de mosquitos flebotomíneos como vetores, principalmente dos gêneros *Lutzomyia* e *Phlebotomus* (Lainson et al., 1968; Oliveira et al., 2005; Piscopo e Azzopardi, 2006; Silva et al., 2006; Dantas-Torres, 2007; David e Craft, 2009; Al-Mutawakel et al., 2010; Gomes et al., 2012; Goto e Lindoso, 2012; Quaresma et al., 2012).

A doença causada por *L. (V.) braziliensis* é originalmente silvestre, e frequentemente está associada à penetração humana em florestas ou áreas de intensa vegetação. Assim, há

um forte indício de que animais silvestres sejam os reservatórios naturais da LTA (Dantas-Torres, 2007; Quaresma et al., 2011).

A partir das alterações humanas causadas nos ambientes naturais, a zoonose tem sido descrita também em áreas urbanas (Falqueto et al., 1991; Schubach et al., 1998; Madeira et al., 2003; Silva et al., 2006; Schallig et al., 2007; WHO, 2010; Quaresma et al., 2011). A instalação de novos focos de doença depende da adaptação dos flebotomíneos a estes novos ambientes, propiciando o surgimento de novos ciclos de transmissão rurais ou urbanos (Schubach et al., 1998; Schallig et al., 2007; Goto e Lindoso, 2012), como verificado em estudos realizados por Falqueto et al. (1991) e Rezende et al. (2009). Assim, sugere-se que animais sinantrópicos e domésticos tenham assumido o papel de reservatórios nestes locais (Falqueto et al., 1991; Falqueto, 1997; Dantas-Torres, 2007; Quaresma et al., 2011).

Apesar de o cão ser o principal reservatório para *Leishmania (Leishmania) infantum* (causadora da leishmaniose visceral) em áreas urbanas, permanece não definido seu papel como reservatório para *L. (V.) braziliensis* e outras espécies dermatóricas. Há relatos de cães naturalmente infectados por *L. (V.) braziliensis* (Falqueto et al., 1991; Dantas-Torres, 2007), mas sua capacidade para infecção de flebotomíneos aparentemente é baixa (Dantas-Torres, 2007). Considerando-se que os cães não sejam o principal reservatório do parasita, permanece indefinido quais espécies desempenham este papel nos ciclos urbanos (Quaresma et al., 2011).

Alguns autores afirmam que os reservatórios sejam pequenos mamíferos, principalmente roedores e marsupiais sinantrópicos (Brandão-Filho et al., 2003; Piscopo e Azzopardi, 2006; Pinto et al., 2009; Quaresma et al., 2011; Quaresma et al., 2012). Análises do conteúdo alimentar de mosquitos revelaram amostras de sangue de humanos, gado, aves, roedores e marsupiais, sugerindo que entre estes possam estar alguns dos reservatórios da doença (Quaresma et al., 2012).

2.3 Reservatórios da doença

É considerado reservatório o animal responsável pela manutenção e disseminação de um determinado agente causador de doença no ambiente. Para isto, deve apresentar algumas características específicas (Wynsbergue et al., 2000; Dantas-Torres, 2007; Schallig et al., 2007; WHO, 2010; Quaresma et al., 2011):

- O parasita deve estar presente em sua pele ou sangue em número, e por tempo o suficiente para fornecer uma significativa fonte de infecção para os vetores;
- O período de infecção no reservatório deve ser suficientemente longo, e a infecção suficientemente não-patogênica para que o parasita sobreviva a estações de baixa transmissão;
- Sobreposição da distribuição temporal e geográfica dos vetores e reservatórios é necessária para permitir a infecção;
- A proporção de indivíduos infectados é usualmente considerada e deve exceder 20%, podendo variar de acordo com as estações do ano;
- No caso de zoonoses como a LTA, a mesma espécie de *Leishmania* deve ser verificada nos reservatórios e humanos infectados.

A falta de identificação dos reservatórios naturais da doença é um dos principais problemas limitantes ao estabelecimento de estratégias de controle, já que impede o entendimento do ciclo natural do parasita e epidemiologia da doença (Brandão-Filho et al., 2003; Quaresma et al., 2011).

Investigações visam elucidar os aspectos epidemiológicos sobre possíveis reservatórios domésticos e selvagens em focos de leishmaniose por todo o mundo (Wynsbergue et al., 2000; Oliveira et al., 2005; Gomes et al., 2007; Haouas et al., 2007; Schallig et al., 2007; Bidabadi et al., 2009; Ghawar et al., 2011; Maia e Campino, 2011; Millán et al., 2011; Molina et al., 2012; Quaresma et al., 2012).

2.4 Identificação de potenciais reservatórios no Brasil

A detecção de animais naturalmente infectados em áreas endêmicas é fundamental para defini-los como possíveis reservatórios do agente (Oliveira et al. 2005). Apesar de o isolamento do protozoário por si só não caracterizá-los como reservatórios, o fato de estes animais conseguirem se adaptar ao ambiente urbano e aparentemente não serem afetados clinicamente pelo parasita, os tornam potenciais reservatórios para protozoários do gênero *Leishmania* (Oliveira et al., 2005; Schallig et al., 2007).

No Brasil, pequenos roedores e marsupiais naturalmente infectados com *L. (V.) braziliensis* foram capturados em diferentes habitats (Tabela 1), em áreas de ocorrência da doença humana nas regiões Nordeste e Sudeste do país (Brandão-Filho et al., 2003; Oliveira et al., 2005; Schallig et al., 2007; Brito et al., 2009; Quaresma et al., 2011).

Espécies silvestres e sinantrópicas foram capturadas em plantações, que provavelmente utilizem como áreas de passagem entre fragmentos florestais ou esconderijo (Brandão-Filho et al., 2003; Oliveira et al., 2005; Passamani e Ribeiro, 2009). Sugere-se que essas espécies possam fazer conexão entre os meios silvestre e periurbano como fonte de infecção para flebotomíneos antropofílicos (Brandão-Filho et al., 2003).

Dentre as espécies analisadas, merecem destaque o rato-preto (*Rattus rattus*) e os gambás (*Didelphis* spp.). Estas espécies possuem ampla distribuição em território nacional, Tabela 1 – Espécies silvestres e sinantrópicas capturadas em diferentes habitats, infectadas com *Leishmania (Viannia) braziliensis*.

| Espécies | Habitats | | | ID |
|------------------------------|-----------|---------------|---------------|----|
| | Florestas | Plantações/ED | Peridomicílio | |
| <i>Akodon arvieulouides</i> | x | x | - | - |
| <i>Bolomys lasiurus</i> | x | x | x | - |
| <i>Didelphis albiventris</i> | x | x | x | - |
| <i>Didelphis marsupialis</i> | - | - | x | - |
| <i>Galea spixii</i> | - | x | x | - |
| <i>Holochilus scieurus</i> | x | x | - | - |
| <i>Marmosa</i> sp. | x | x | x | - |
| <i>Nectomys squamipes</i> | x | x | - | - |
| <i>Oryzomys subflavus</i> | - | x | - | - |
| <i>Rattus rattus</i> | - | x | x | x |
| <i>Thrichomys apereoides</i> | - | x | x | - |
| <i>Wiedomys pyrrhorhinos</i> | - | x | - | - |

^aED: Entre áreas domiciliares; ID: Intradomicílios.

^bAdaptada de Brandão-Filho et al., 2003; Oliveira et al., 2005; Schallig et al., 2007.

e adaptaram-se a viver no meio urbano (Schallig et al., 2007; Quaresma et al., 2011).

Os ratos pretos (*R. rattus*) foram identificados por diversos autores como potenciais reservatórios para *Leishmania (Viannia) braziliensis* (Alexander et al., 1998; Brandão-Filho et al., 2003; Oliveira et al., 2005; Brito et al., 2009). A espécie é comumente encontrada em propriedades rurais em cidades na maior parte do interior do país e possui hábitos intradomiciliares, mantendo contato próximo com seres humanos. Esta é uma importante característica que relaciona sua presença com vários problemas de saúde (Brandão-Filho et al., 2003; Oliveira et al., 2005; Quaresma et al., 2011). Desta forma, um animal infectado pode atuar como fonte de infecção para vetores presentes nestes ambientes (Brandão-Filho et al., 2003).

Entre os roedores silvestres, *Thrichomys apereoides* parece exercer um importante papel epidemiológico. É encontrado em terras secas e ambientes rochosos, onde constrói ninhos permanentes. Ocorre na Bahia, Goiás e Minas Gerais (Lessa e Costa, 2009). Verificou-se nesta espécie a infecção por *L. (V.) braziliensis*, *L. (V.) guyanensis* e *L. (L.) infantum*, *Leishmania (L.) mexicana* e *L. (L.) donovani* (Oliveira et al., 2005; Quaresma et al., 2011). Infecção por *L. (V.) braziliensis* foi encontrada também nos roedores *Akodon arviuloides*, *Bolomys lasiurus*, *Galea spixii*, *Holochilus scieurus*, *Nectomys squamipes*, *Oryzomys subflavus*, *Wiedomys pyrrhorhinos* nas regiões Nordeste e Sudeste (Brandão-Filho et al., 2003; Oliveira et al., 2005).

Na região metropolitana de Belo Horizonte, 111 gambás (*D. marsupialis*) foram capturados em parques municipais e quintais residenciais. Dependendo do teste utilizado para análise de amostras séricas, de 8 a 22% deles apresentaram anticorpos contra *L. (V.) braziliensis* e nenhum dos animais capturados apresentou a doença clínica, sugerindo que tal manifestação seja incomum na espécie (Travi et al., 1998; Schallig et al., 2007). Assim, o fato de que os gambás são capazes de adaptar-se ao ambiente urbano, vivendo próximos ao homem, e aparentemente não serem afetados pelo parasita, os torna potenciais reservatórios para protozoários do gênero *Leishmania* (Schallig et al., 2007; WHO, 2010; Quaresma et al., 2011).

Outra espécie de marsupial aparentemente importante no ciclo de transmissão da LTA é *D. albiventris*, identificado portador de infecção por *L. (V.) braziliensis* e *L. (V.) guyanensis* (Alexander et al., 1998; Quaresma et al., 2011). Também apresentaram evidências de infecção por *L.(V.) braziliensis* os marsupiais *Marmosa* sp. e *Micoureus demerarae* (Brandão-Filho et al., 2003; Quaresma et al., 2011).

2. Materiais e Métodos

3.1 Leishmaniose Tegumentar Americana no Espírito Santo

No Estado, reporta-se o primeiro caso de LTA em 1913 (Machado, 1913). A doença começou a ser manifestada por trabalhadores em áreas desmatadas ou habitantes de comunidades recém-estabelecidas. Com o passar do tempo, as alterações promovidas no ambiente natural do vetor levaram à ocorrência da zoonose em áreas não florestadas (Falqueto et al., 1991). Atualmente, a LTA é endêmica e amplamente difundida no Estado (Falqueto et al., 2003).

Seu agente causador no Espírito Santo é o protozoário *L. (V.) braziliensis*. Focos foram encontrados próximos a todos os municípios, em áreas de até 800 m acima do nível do mar. As regiões Centro-oeste e Sudeste do ES são áreas de alta prevalência da doença (Falqueto et al., 1991; Ferreira et al., 2001; Falqueto et al., 2003).

Espécies de vetores adaptadas aos habitats modificados pela atividade humana no Estado são *Lutzomyia intermedia*, *Lu. whitmani* e *Lu. migonei* (Ferreira et al., 2001).

3.2 Resultado do levantamento de potenciais reservatórios no ES para LTA

O município de Viana é uma área de infecção endêmica de LTA por *L. (V.) braziliensis* (Falqueto et al., 2003; Pinto et al., 2009). Nele foi realizado um inventário da fauna de pequenos mamíferos (Tabela 2), capturados em fragmentos de mata e a partir das espécies presentes, pode-se verificar que o tapiti (*Sylvilagus brasiliensis*), rato d'água (*Nectomys squamipes*) e rato-preto (*Rattus rattus*) foram relatadas em outras regiões como portadoras de infecção por *L. (V.) braziliensis*.

Tabela 2- Espécies de pequenos mamíferos registrados no Estado, por meio de inventário ou levantamento de fauna

| | | |
|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Lagomorfos | | |
| <i>Sylvilagus brasiliensis</i> | | |
| Marsupiais | | |
| <i>Caluromys philander</i> | <i>Marmosa murina</i> | <i>Micoureus</i> |
| <i>Didelphis aurita</i> | <i>Marmosops incanus</i> | <i>Monodelphis americana</i> |
| <i>Gracilinanus microtarsus</i> | <i>Metachirus nudicaudatus</i> | <i>Philander frenatus</i> |
| Roedores | | |
| <i>Akodon cursor</i> | <i>Oecomys catherinae</i> | <i>Rattus rattus</i> |
| <i>Euryoryzomys russatus</i> | <i>Oligoryzomys nigripes</i> | <i>Rhipidomys mastacalis</i> |
| <i>Euryzgomatomys spinosus</i> | <i>Oxymycterus dasytrichus</i> | <i>Trinomys paratus</i> |
| <i>Nectomys squamipes</i> | <i>Phyllomys pattoni</i> | |

Adaptada de Pinto et al., 2009.

Outros animais, apesar de não serem da mesma espécie, possuem o mesmo gênero de outros animais portadores de infecção em outras regiões: *Akodon cursor*, *Didelphis aurita* e *Marmosa murina*, *Micoureus paraguayanus* (Alexander et al., 1998; Brandão-Filho et al., 2003; Schallig et al., 2007; Quaresma et al., 2011). Assim, a ocorrência das espécies citadas em fragmentos florestais e plantações em Viana levanta a hipótese de que estes animais possam servir como fonte de infecção ao ciclo doméstico da doença (Alexander et al., 1998; Brandão-Filho et al., 2003; Oliveira et al., 2005; Brito et al., 2009).

No município de Afonso Cláudio, outra área endêmica da doença (Falqueto, 1997; Ferreira et al., 2001), possíveis reservatórios silvestres são o tatu-peba (*Euphractus sexcintus*) e a paca (*Cuniculus paca*), pois verificou-se que estas espécies foram capazes de atrair flebotômicos antropofílicos (Falqueto, 1997).

Espécies previamente citadas como infectadas e potenciais reservatórios da LTA em outras regiões são encontradas no Estado em áreas endêmicas da doença, sugerindo potencial participação no ciclo. São necessários estudos que elucidem as questões levantadas em estudos anteriores a fim de esclarecer o real papel destas espécies como reservatórios do protozoário responsável pela leishmaniose tegumentar americana no Estado do Espírito Santo. Discussão

Em diversos estudos clínicos pontuais, são citados como reservatórios para LTA animais domésticos, não levando-se em consideração que estes animais domésticos residem frequentemente em ambientes onde a presença de animais silvestres e principalmente sinantrópicos é maciça. Particularmente, os distritos dos municípios do Estado do Espírito Santo citados como endêmicos para LTA são invariavelmente sub urbanos ou rurais. Desta forma, entendemos que estudos que queiram elucidar a transmissão da doença e apontar seus reservatórios no ES deverão incluir obrigatoriamente a amplitude que exige o entendimento da epidemiologia da LTA, não restringindo-se simplesmente aos animais domésticos, mas também abrangendo os animais silvestres e sinantrópicos.

3. Referências Bibliográficas

- ALEXANDER, B.; LOZANO, C.; BARKER, D.C. et al. Detection of *Leishmania (Viannia) braziliensis* complex in wild mammals from Colombian coffee plantations by PCR and DNA hybridization. **Acta Tropica**, v. 69, n. 1, p. 41-50, 1998.
- AL-MUTAWAKEL, K.; SCUTARU, C.; SHAMI, A. et al. Scientometric analysis of the world-wide research efforts concerning Leishmaniasis. **Parasites & Vectors**, v. 3, n. 14, 2010.
- ALVAR, J.; APARICIO, P.; ASEFFA, A. et al. The relationship between leishmaniasis and AIDS: the second 10 years. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 21, n. 2, p. 334-359, 2008.
- BAÑÜLS, A.L.; BASTIEN, P.; POMARES, C. et al. Clinical pleiomorphism in human leishmaniasis, with special mention of asymptomatic infection. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 17, n. 10, p. 1451-1461, 2011.
- BARRAT, J.L.N.; HARKNESS, J.; MARRIOTT, D. Importance of nonenteric protozoan infections in immunocompromised people, **Clinical Microbiology Reviews**, v. 23, n. 4, p. 795-836, 2010.
- BIDABADI, L.S.; NILFOROUSHZADEH, M.A.; AKHAVAN, A.A. et al. Karyosystematic and morphometric characterization of the rodents as reservoir hosts of zoonotic cutaneous leishmaniasis in an endemic focus of Isfahan Province, Iran. **Journal of Vector Borne Diseases**, v. 46, n. 1, p. 52-56, 2009.
- BRANDÃO-FILHO, S.P.; BRITO, M.E.; CARVALHO, F.G. et al. Wild and synanthropic hosts of *Leishmania (Viannia) braziliensis* in the endemic cutaneous leishmaniasis locality of Amaraji, Pernambuco State, Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 97, n. 3, p. 291-296, 2003.
- BRITO, M.E.F.; ANDRADE, M.S.; MENDONÇA, M.G. et al. Species diversity of *Leishmania (Viannia)* parasites circulating in an endemic area for cutaneous leishmaniasis located in the Atlantic rainforest region of northeastern Brazil. **Tropical Medicine and International Health**, v. 14, n. 10, p. 1278-1286, 2009.
- CUPOLILLO, E.; BRAHIM, L.R.; TOALDO, C.B. et al. Genetic polymorphism and molecular epidemiology of *Leishmania (Viannia) braziliensis* from different hosts and geographic areas in Brazil. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 41, n. 7, p. 3126-3132, 2003.
- DANTAS-TORRES, F. The role of dogs as reservoirs of *Leishmania* parasites, with emphasis on *Leishmania (Leishmania) infantum* and *Leishmania (Viannia) braziliensis*. **Veterinary Parasitology**, v.149, n. 3-4, p. 139-146, 2007.
- DAVID, C.V.; CRAFT, N. Cutaneous and mucocutaneous leishmaniasis. **Dermatologic Therapy**, v. 22, n. 6, p. 491-502, 2009.

- FALQUETO, A. Resumo de tese: Especificidade alimentar de flebotomíneos em duas áreas endêmicas de leishmaniose tegumentar no Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 30, n. 6, p. 531-532, 1997.
- FALQUETO, A.; SESSA, P.A.; FERREIRA, A.L. et al. Epidemiological and clinical features of *Leishmania (Viannia) braziliensis* American cutaneous and mucocutaneous leishmaniasis in the State of Espírito Santo, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 98, n. 8, p. 1003-1010, 2003.
- FALQUETO, A.; SESSA, P.A.; VAREJÃO, J.B.M. et al. Leishmaniasis due to *Leishmania braziliensis* in Espírito Santo State, Brazil. Further evidence on the role of dogs as a reservoir of infection for humans. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 86, n. 4, p. 499-500, 1991.
- FERREIRA, A.L.; SESSA, P.A.; VAREJÃO, J.B.M. et al. Different altitudes in an endemic region of American cutaneous leishmaniasis in the State of Espírito Santo, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 96, n. 8, p. 1061-1067, 2001.
- GHAWAR, W.; TOUMI, A.; SNOUSSI, M. et al. *Leishmania major* infection among *Psammomys obesus* and *Meriones shawi*: reservoirs of zoonotic cutaneous leishmaniasis in Sidi Bouzid (Central Tunisia). **Vector Borne and Zoonotic Diseases**, v. 11, n. 12, p. 1561-1568, 2011.
- GOMES, K.W.P.; BENEVIDES, A.N.; VIEIRA, F.J.F. et al. Cutaneous leishmaniasis in a patient with ankylosing spondylitis using adalimumab. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 52, n. 3, p. 447-452, 2012.
- GOMES, R.B.; MENDONÇA, I.L.; SILVA, V.C. et al. Antibodies against *Lutzomyia longipalpis* saliva in the fox *Cercocyon thous* and the sylvatic cycle of *Leishmania chagasi*. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 101, n. 2, p. 127-133, 2007.
- GOTO, H.; LINDOSO, J.A.L. Cutaneous and mucocutaneous leishmaniasis. **Infectious Disease Clinics of North America**, v. 26, n. 2, p. 293-307, 2012.
- HAOUAS, N.; PESSON, B.; BOUDABOUS, R. et al. Development of a molecular tool for the identification of *Leishmania* reservoir hosts by blood meal analysis in the insect vector. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 77, n. 6, p. 1054-1059, 2007.
- LESSA, L.G.; COSTA, F.N. Food habits and seed dispersal by *Thrichomys apereoides* (Rodentia: Echimyidae) in a Brazilian cerrado reserve. **Mastozoología Neotropical**, v. 16, n.2, p. 459-463, 2009.
- MACHADO, W. Comunicação à sessão de 28 de maio, da Sociedade Brasileira de Dermatologia. **Boletim da Sociedade Brasileira de Dermatologia**, v.2, p. 25-28, 1913.
- MADEIRA, M.F.; UCHÔA, C.M.A.; LEAL, C.A. et al. *Leishmania (Viannia) braziliensis* em cães naturalmente infectados. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, n. 5, p. 551-555, 2003.
- MAIA, C.; CAMPINO, L. Can domestic cats be considered reservoir hosts of zoonotic leishmaniasis? **Trends in Parasitology**, v. 27, n. 8, p. 341-344, 2011.
- MILLÁN, J.; ZANET, S.; GOMIS, M. et al. An investigation into alternative reservoirs of canine leishmaniasis on the endemic Island of Mallorca (Spain). **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 58, n. 4, p. 352-357, 2011.
- MOLINA, R.; JIMÉNEZ, M.I.; CRUZ, I. et al. The hare (*Lepus granatensis*) as potential sylvatic reservoir of *Leishmania infantum* in Spain. **Veterinary Parasitology**, 2012. doi: 10.1016/j.vetpar.2012.05.006
- MOREIRA, D.O.; COUTINHO, B.R.; MENDES, S.L. O status do conhecimento sobre a fauna de mamíferos do Espírito Santo baseado em registros de museus e literatura científica. **Biota Neotropical**, v. 8, n. 2, p. 163-173, 2008.

- MOTAZEDIAN, M.H.; MEHRABANI, D.; ORYAN, A. et al. Life cycle of cutaneous leishmaniasis in Larestan, southern Iran. **Iranian Journal of Clinical Infectious Diseases**, v. 1, n. 3, p. 137-143, 2006.
- OLIVEIRA, F.S.; PIRMEZ, C.; PIRES, M.Q. et al. PCR-based diagnosis for detection of *Leishmania* in skin and blood of rodents from an endemic area of cutaneous and visceral leishmaniasis in Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 129, n. 3-4, p. 219-227, 2005.
- OSHAGHI, M.A.; RASSI, Y.; TAJEDIN, L. et al. Mitochondrial DNA diversity in the populations of great gerbils, *Rhombomys opimus*, the main reservoir of cutaneous leishmaniasis. **Acta Tropica**, v. 119, n.2-3, p. 165-171, 2011.
- PASSAMANI, M. e RIBEIRO, D. Small mammals in a fragment and adjacent matrix in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 305-309, 2009.
- PINTO, I.S.; LOSS, A.C.C.; FALQUETO, A. et al. Pequenos mamíferos não voadores em fragmentos de Mata Atlântica e áreas agrícolas em Viana, Espírito Santo, Brasil. **Biota Neotrópica**, v. 9. n. 3, p. 355-360, 2009.
- PISCOPO, T.V.; AZZOPARDI, C.M. Leishmaniasis. **Postgraduate Medical Journal**, v. 82, n. 976, p. 649-657, 2006.
- QUARESMA, P.F.; CARVALHO, G.M.L.; RAMOS, M.C.N.F. et al. Natural *Leishmania* sp. reservoirs and phlebotomine sandfly food source identification in Ibitipoca State Park, Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 107, n. 4, p. 480-485, 2012.
- QUARESMA, P.F.; RÊGO, F.D.; BOTELHO, H.A. et al. Wild, synanthropic and domestic hosts of *Leishmania* in an endemic area of cutaneous leishmaniasis in Minas Gerais State, Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 105, n. 10, p. 579-585, 2011.
- REZENDE, H.R.; SESSA, P.A.; FERREIRA, A.L. et al. Efeitos da implantação da Usina Hidrelétrica de Rosal, Rio Itabapoana, Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, sobre anofelinos, planorbíneos e flebotomíneos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n. 2, p. 160-164, 2009.
- SCHALLIG, H.D.F.H.; SILVA, E.S.; MEIDE, W.F.V.D. et al. *Didelphis marsupialis* (common opossum): a potential reservoir host for zoonotic leishmaniasis in the metropolitan region of Belo Horizonte (Minas Gerais, Brazil). **Vector Borne and Zoonotic Diseases**, v. 7, n. 3, p. 387-393, 2007.
- SCHUBACH, A.; MARZOCHI, M.C.A.; CUZZI-MAYA, T. et al. Cutaneous scars in American tegumentary leishmaniasis patients: a site of *Leishmania (Viannia) braziliensis* persistence and viability eleven years after antimonial therapy and clinical cure. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 58, n. 6, p. 824-827, 1998.
- SILVA, A.C.T.; CUPOLILLO, E.; VOLPINI, A.C. et al. Species diversity causing human cutaneous leishmaniasis in Rio Branco, state of Acre, Brazil. **Tropical Medicine and International Health**, v. 2, n. 9, p. 1388-1398, 2006.
- SILVEIRA, F.T.; LAINSON, R.; GOMES, C.M.C. et al. Immunopathogenic competences of *Leishmania (V.) braziliensis* and *L. (L.) amazonensis* in American cutaneous leishmaniasis. **Parasite Immunology**, v. 31, n.8, p. 423-431, 2009.
- TORRICO, F.; PARRADO, R.; CASTRO, R. et al. Case report: co-infection of *Leishmania (Viannia) braziliensis* and HIV: report of a case of mucosal leishmaniasis in Cochabamba, Bolivia. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 81, n. 4, p. 555-558, 2009.
- TRAVI, B.L.; OSORIO, Y.; BECERRA, M.T. et al. Dynamics of *Leishmania chagasi* infection in small mammals of the undisturbed and degraded tropical dry forests of

- northern Colombia. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 92, n. 3, p. 275-278, 1998.
- WHO - World Health Organization. **Control of the leishmaniasis**. WHO Technical Report Series 949, 2010. 201 p.
- WYNSBERGUE, N.R.V.; CANTO-LARA, S.B.; DAMIÁN-CENTENO, A.G. et al. Retention of *Leishmania (Leishmania) mexicana* in naturally infected rodents from the State of Campeche, Mexico. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 95, n. 5, p. 595-600, 2000.



Capítulo 15 - Desafios e tendências da produção animal a pasto no Brasil

Bruno Borges Deminicis¹
Cesar Conte Guimarães Filho¹
Patrícia do Rosário Rodrigues²
Guilherme Santos Freitas²
Antonio Delunardo Pandolfi Filho²
Júlia Gazzoni Jardim³

1. Introdução

A pecuária, em particular a criação de bovinos a pasto, é a atividade tradicionalmente empregada na ocupação de áreas no Brasil. Por ser uma atividade menos onerosa e mais eficiente para assegurar a posse de grandes extensões de terra. Sendo a implantação e a manutenção da atividade pecuária a pasto, alcançadas, com relativo sucesso, sem que seja necessário o preparo mais cuidadoso da área, ou o uso mais intensivo de insumos, de tecnologia e de mão de obra. Possibilitando produzir, embora com baixa eficiência, de forma predominantemente extensiva (DIAS FILHO, 2012).

De forma extensiva, a pecuária tem a sua produtividade potencial por área muito diminuta. Essa condição leva a que, o aumento ou até mesmo a manutenção da produção no decorrer do tempo só sejam obtidos por meio da expansão das áreas de cultivo e não do aumento da produtividade por área (BARCELLOS et al., 2008)

Nos últimos anos, a pecuária desenvolvida a pasto vem sofrendo diversas transformações, as quais têm sido geridas por produtores que buscam mais eficiência. Tal eficiência é obtida por meio do aprimoramento das técnicas de produção, visando ao aumento da capacidade de suporte, a longevidade das pastagens e, principalmente, a recuperação de áreas degradadas (DIAS FILHO, 2012). As razões para essa mudança na produção têm sido as crescentes pressões pela diminuição do desmatamento e a maior disponibilidade de tecnologia para o aumento da produtividade das pastagens como, novas cultivares de plantas forrageiras e técnicas de recuperação de pastagens degradadas

¹ Prof. Adjunto do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. Email: bruno.deminicis@ufes.br , cesarfilho@ufes.br

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias - Universidade Federal do Espírito Santo. Email: pandolfizoo@hotmail.com , patriciarodrigues_zootec@hotmail.com , guilhermesantosfreitas@hotmail.com

³ Zootecnista, M.Sc. Bolsista de Apoio ao Ensino da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Email: jugazzoni@hotmail.com

(BARROS et al., 2002). A intensificação dos sistemas de produção pastoris é apontada como uma das alternativas de exploração sustentável, minimizando a pressão sobre a abertura de novas áreas para produção agropecuária. Esse modelo, entretanto, deverá ser pautado pelo uso eficiente dos recursos físicos, incluindo a recuperação de áreas degradadas (BARCELLOS et al., 2008)

No entanto, embora muitos produtores já incorporem o uso mais intensivo de tecnologia na condução da atividade pecuária, em algumas situações ainda persistem os vícios de manejo do passado. Promovendo declínio prematuro de produtividade dos pastos, degradação, incentivando o desmatamento para formar novas áreas de pastagem (DIAS FILHO 2008). Neste contexto, o grande desafio para a produção animal a pasto é o aumento da eficiência, por meio do uso mais intensivo de tecnologias de manejo da pastagem (DIAS-FILHO, 2010).

2. Intensificação da produção

A intensificação do sistema depende do objetivo do empreendimento, do mercado a ser atendido, da capacidade de desembolso e do retorno esperado. O sistema intensivo de manejo de pastagem tem por característica principal a exploração de forrageiras de alta produtividade, durante o período das águas. Para conduzir explorações pecuárias neste sistema, a aplicação de fertilizantes é essencial, em consequência da remoção intensa de forragem e da necessidade de rebrota rápida (EUCLIDES, 2001).

As pastagens comportam elevado número de animais nas águas, este número se reduz drasticamente durante a seca. Então, para se intensificar a produção das pastagens no período das águas, o produtor tem que estar preparado para a produção de alimentos suplementares para serem utilizados durante o período seco (PAULINO et al., 2002)

O manejo intensificado das pastagens possibilita incrementos substanciais na produção de carne/hectare. Pastagens formadas por diferentes tipos de gramíneas, recebendo adubação de manutenção anualmente, usando animais melhorados, suplementados durante a seca pode permitir produção de carcaça/hectare/ano até 200% maior que a média brasileira. Essa medida, equivalente-carcaça, é a que melhor expressa a eficiência de produção de um sistema de produção completo (CORRÊA et al. 2000).

Segundo Corrêa et al (2000), a intensificação do uso de insumos, como adubação das pastagens e suplementação alimentar a pasto e terminação em confinamento, aumenta a complexidade do sistema de produção. Alterando a estrutura de custos, com maior desembolso de dinheiro, aumenta-se sua participação nos custos totais. Exigindo um gerenciamento mais rigoroso sem comprometer a viabilidade do negócio. Dessa forma, a maior utilização de capital e de tecnologia tem como consequência maiores probabilidades de maior lucro, mas, por outro lado resultam em maior complexidade e aumento de risco, o que por sua vez requer melhor gerenciamento.

A diversificação de pastagens por sua vez, é uma prática recomendada, na maioria das propriedades, há áreas indicadas para diferentes espécies forrageiras. Áreas que apresentem alta produtividade devem ter seu uso concentrado na época de crescimento forrageiro mais intensivo, e de preferência, em manejo rotacionado, para permitir melhor aproveitamento da forragem produzida. Por outro lado, as forrageiras mais apropriadas para o diferimento poderiam ser utilizadas menos intensivamente durante as águas para serem vedadas no fim do verão e pastejadas durante a seca (EUCLIDES 2001).

2.1. Estratégias de manejo da pastagem

Nos últimos anos tem crescido o interesse pela intensificação dos sistemas de produção animal a pasto. O manejo intensivo tem como objetivo aumentar a produção por animal e principalmente por área, por aumento da taxa de lotação, e melhor aproveitamento das forrageiras (DERESZ, et al 2006). A planta forrageira deve ser utilizada de forma mais racional, adotando praticas de manejo mais sustentáveis, que permitam alta produtividade e aproveitamento da massa forrageira, gerando máxima produtividade animal. Conciliar alta produtividade e perenidade da pastagem com elevada produção animal, exige um correto manejo de desfolha, estabelecendo um equilíbrio que respeite os limites da forrageira (GOMIDE & GOMIDE 2001).

O manejo correto das pastagens é essencial para qualquer sistema de criação de bovinos a pasto. Em pastagens bem manejadas, as forrageiras normalmente apresentam crescimento mais vigoroso, protegem melhor o solo e conseguem competir de forma mais vantajosa com as plantas invasoras, decorrendo em menor gasto com limpeza e manutenção das pastagens. O manejo correto também coopera para melhora na nutrição do rebanho e, conseqüentemente, aumenta seu desempenho produtivo, reprodutivo e sanitários.

O pastejo rotacionado tem sido uma das principais técnicas para intensificação dos sistemas pastoris, este método de pastejo consiste em sucessivos períodos de ocupação e de descanso, no período de ausência de animal ocorre a rebrota da planta forrageira (MARTHA JÚNIOR et al., 2004). Simão Neto et al. (1986), mencionou que os sistemas de pastejo rotacionado têm sido proclamados como um dos meios de aumentar a produção de forragem há pelo menos quatro séculos. Maraschin (1986), reportou que o primeiro sistema de pastejo rotacionado, conduzido dentro de princípios de morfofisiologia do crescimento de plantas forrageiras parece ter sido desenvolvido na Alemanha no final de 1770 e depois introduzido na Inglaterra. O pastejo rotacionado é um sistema no qual a pastagem é subdividida em três ou mais piquetes, que são pastejados em sequência por um ou mais lotes de animais. Difere do pastejo contínuo, em que os animais permanecem na mesma pastagem por um longo período de tempo (meses), e do pastejo alternado, no qual a pastagem é dividida em dois piquetes, que são pastejados alternadamente. Com o advento das cercas eletrificadas, tornou-se muito mais fácil e barato a implementação do pastejo rotacionado nas fazendas.

Autores como Wheller (1962); Barreto (1976); Mannetje et al. (1976); Whiteman (1980); Blaser (1982); Thomas & Rocha (1985), citados por RODRIGUES (1988), compararam os sistemas de pastejo rotacionado e contínuo, e verificaram resultados bastante contraditórios e contestáveis em analogia aos méritos de cada um. Em alguns trabalhos houve uma melhoria na cobertura vegetal da pastagem, mas não teve influência sobre a produção animal. Em outros trabalhos houve aumento na produção animal, mas não derivou em efeitos benéficos para a pastagem.

Segundo Rodrigues & Reis (1997) um sistema de pastejo ideal é aquele que permite elevar ao máximo a produção animal sem afetar a persistência das plantas forrageiras. A escolha de um sistema de pastejo é bem mais complexa do que simplesmente se adotar algumas técnicas de manejo, haja vista que arrasta uma série de variáveis interagentes, tais como a planta forrageira, o animal, o clima e o solo. Desse modo, qualquer sistema de pastejo poderá resultar em ótimo desempenho animal, pois o mais importante é o consumo de energia, o qual está relacionado com a disponibilidade da forragem, proporção de folhas na pastagem, digestibilidade e consumo de forragem (RODRIGUES, 1988).

Então resta-nos saber qual é o melhor sistema de pastejo para atender as exigências de crescimento da planta forrageira e para melhorar a eficiência na colheita de forragem. Segundo Silva et al. (1995), o manejo das pastagens assume papel fundamental na

produtividade animal, uma vez que é somente através do conhecimento, manipulação e alocação correta dos fatores de produção, solo-clima-planta forrageira-animal, é que será possível obter produtividade e rentabilidade favoráveis dentro de qualquer sistema de produção animal.

2.2. Modernização da pecuária: o maior desafio para a produção animal a pasto

Segundo Dias-Filho (2011) no futuro, a produção de bovinos no País tenderá a se concentrar nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, onde atualmente predominam as principais áreas de fronteira agrícola da pecuária nacional, assim como para os próximos 10 anos são projetados aumentos significativos nas taxas anuais de crescimento da produção (2,15%) e da exportação (3,9%) brasileira de carne bovina (AGE/MAPA, 2010), desta forma é possível inferir que deverá aumentar a contribuição dessas regiões para o alcance desses números.

Portanto, a probabilidade é que aumentem as pressões internas e externas para que a carne produzida nas áreas de fronteira agrícola do Brasil, além de atender as demandas de volume e de regularidade de produção do mercado, seja adequada às exigências de qualidade e origem do produto.

Assim, é imprescindível que se priorize um modelo produtivo eficiente e sustentável para a pecuária brasileira, que deverá pautar-se, principalmente, na produção a pasto, com preços competitivos, alta qualidade do produto e focada na observação a princípios ambientais, sociais e de bem-estar animal. A base dessa modernização deverá ser o melhoramento das pastagens por meio da reutilização das áreas abertas, que atualmente se encontram improdutivas (abandonadas) ou com baixa produtividade (subutilizadas), reduzindo desmatamentos e tornando a atividade mais produtiva e sustentável (DIAS-FILHO, 2010; DIAS-FILHO & ANDRADE, 2006; DIAS-FILHO et al., 2008).

Dessa forma, a recuperação de pastagens degradadas deverá ter importância crucial nesse processo de modernização, permitindo maior produção, sem a ampliação das áreas de pastagem ocupadas atualmente, ou seja, o aumento da produtividade e a preservação ambiental necessitarão ser o foco central dessa modernização, harmonizando a crescente demanda mundial por proteína de origem animal com a redução dos desmatamentos (DIAS-FILHO, 2011).

2.3. Uso de sistemas agrícolas e agroflorestais - produção integrada na recuperação de áreas de pastagens degradadas

A produção de bovinos no Brasil baseia-se na utilização de pastagens, e conforme Macedo (2005), grande parte das pastagens cultivadas em diferentes regiões do Brasil, tem mostrado sinais de degradação após poucos anos de uso, sendo o problema mais importante da produção pecuária no Brasil. Mais de 100 milhões de hectares de pastagem cultivada estão sob exploração no país hoje em dia, mas cerca de 60% são estimadas em diferentes graus de degradação (Macedo, 2009).

O solo degradado é consequência da perda de sua capacidade física e química de continuar produtivo, o que o impossibilita de reter gás carbônico (CO₂), impondo elevados custos à sociedade, além do empobrecimento do produtor rural. Neste cenário, o uso de sistemas que envolvam pecuária, agricultura e silvicultura, conhecidos como agrosilvipastoris, pode ser uma alternativa para recuperar e desenvolver novas pastagens de forma sustentável (PACIULLO et al., 2007).

Dentro dos sistemas integrados de produção há um em que ocorre a integração entre árvore-pastagem-animal, que se caracteriza pela arborização de pastagens, é denominado sistema silvipastoril no qual o objetivo prioritário é o produto animal, seja leite, carne ou lã. Há outros tipos de sistemas silvipastoris, entre os quais aqueles que utilizam espécies arbóreas para produção de madeira ou de frutas. Nesses sistemas, a pastagem e os animais são algumas vezes considerados componentes secundários, porém sempre exercendo um papel na sustentabilidade do sistema (CARVALHO, 1998).

Deste modo, podemos destacar entre os benefícios para o sistema solo/planta/animal a conservação do solo e da água, melhoria das condições físicas, químicas e biológicas na superfície do solo e conforto térmico para os animais (LEME et al., 2005), por meio da aplicação de técnicas adequadas para a otimização e a intensificação de seu uso. Além disto, as melhorias nutricionais do pasto em sistemas silvipastoris, resultantes do sombreamento e da maior disponibilidade de nutrientes no solo, associadas às melhores condições de conforto térmico dos animais, sinalizam a possibilidade de aumento no consumo de forragem e no ganho de peso de animais em pastejo (PACIULLO et al., 2009). A integração também reduz o uso de agroquímicos, a abertura de novas áreas para fins agropecuários e o passivo ambiental. Possibilita, ao mesmo tempo, o aumento da biodiversidade e do controle dos processos erosivos com a manutenção da cobertura do solo.

Em virtude da procura por opções de produção sustentáveis por parte da sociedade mundial, as diferentes tecnologias agroecológicas e em especial os sistemas silvipastoris têm apresentado avanços no que diz respeito à sua adoção. Contudo, os sistemas silvipastoris são uma modalidade de exploração da terra mais complexa que a de pastagens solteiras ou florestas plantadas. A necessidade de manter equilibrado os componentes (árvores, forrageiras, animais), concomitante à diversas interações possíveis entre eles, em conjunto com fatores de clima e solo, aumenta a necessidade de um planejamento rigoroso, bem como avaliar e gerenciar a condução da atividade.

Segundo Carvalho et al. (2002), a sua implantação está ligada à divulgação das vantagens dos sistemas silvipastoris e também à necessidade de pesquisas sobre alguns aspectos importantes como a adaptação e o desempenho das espécies às diferentes condições de clima e solo e os procedimentos para implantação dos diversos tipos de sistemas silvipastoris. A maior dificuldade em implantar, avaliar e conduzir o sistema agroflorestal está na falta de informações técnicas (ANDRADE et al. 2003). Os sistemas silvipastoris são as alternativas mais importantes para reduzir o desmatamento e degradação de pastagens, sendo, ainda, um sistema de produção mais eficiente no sequestro de carbono (EUCLIDES et al., 2010). Devendo, dessa forma, as novas pesquisas voltarem-se para os sistemas integrados de produção.

3. Emissão de gás metano proveniente da produção animal a pasto

A pecuária ruminante é reconhecida como uma importante fonte de emissão de gás metano, isso é decorrente do processo digestivo de fermentação entérica. No contexto das emissões mundiais de metano oriundo da fermentação entérica, a pecuária brasileira é uma importante fonte emissora, dado o tamanho do rebanho brasileiro. De fato, com 209,5 milhões de cabeças (IBGE, 2010), o Brasil apresenta o maior rebanho comercial do mundo.

A metanogênese é parte do processo digestivo normal dos herbívoros ruminantes e ocorre em seu pré-estômago, o rúmen. Durante o processo de fermentação a produção de ácido acético e butírico envolve a liberação de grandes quantidades de H_2 que é removido do rúmen através do CH_4 (NASCIMENTO et al.; 2007).

A emissão global de CH₄ pelos processos entéricos é estimada em cerca de 80 teragramas ao ano (Tg), correspondendo a 22% da emissão total de CH₄ gerada por fontes antrópicas, e a emissão proveniente de dejetos animais são estimadas em cerca de 25 Tg/ano, correspondendo a 7% da emissão total (ESTADOS UNIDOS, 2000).

Resultados mais recentes que propõem um inventário nacional de emissões alternativo ao do Ministério de Ciência e Tecnologia indicam que a atividade pecuária é responsável por aproximadamente 11% das emissões de gases de efeito estufa no Brasil (CERRI et al, 2009). A pesquisa mostra que de 2003 a 2008, a pecuária emitiu cerca de 260 milhões de toneladas (Mton) de gases estufa por ano, onde antes se tinha uma produção total no país de 2000 a 2.200 milhões de toneladas anuais. A contribuição da agricultura às emissões de gases do efeito estufa é estimada em 75% das emissões de CO₂, 91% das emissões de CH₄ e 94% das emissões de N₂O (CERRI & CERRI, 2007).

Segundo Primavesi et al. (2004a), a emissão de CH₄ por bovinos sem restrição de alimentos baseados em forragens tropicais é superior à de bovinos alimentados com forragens de clima temperado. Segundo quantificação realizada pelos autores em condições brasileiras, a emissão de CH₄ por matéria-seca digestiva ingerida foi de 42 a 69 g/Kg em vacas em lactação, de 46 a 58 g/kg em novilhas ingerindo pasto adubado e 58 a 62 g/kg em novilhas em pastagem sem adubação.

No sistema produtivo de ruminantes, nutricionistas enfrentam o desafio de desenvolver estratégias para atenuar a produção de metano, possibilitando menores perdas energéticas e consequente melhoria na produtividade animal como leite, carne ou lã e com maior eficiência alimentar, ou seja, kg de produto / kg de alimento ingerido (McALLISTER et al.; 1996).

Dentre as principais variáveis que influenciam a produção de metano em ruminantes, podemos citar os fatores nutricionais que estão acoplados a quantidade e tipo de carboidratos na dieta, nível de ingestão de alimento, presença de ionóforos ou lipídios (McALLISTER et al.; 1996). Os fatores metabólicos, também influenciam a produção de metano, compreendidos como a taxa de passagem da digesta, fatores ambientais ligados também à temperatura, manejo dos animais, além de estado fisiológico, tamanho corporal e principalmente a população de microrganismos ruminais como protozoários e bactérias (PRIMAVESI et al.; 2004b).

A produção de metano também é influenciada pelo tipo de forragem pastejada, sendo consideravelmente menor quando a fermentação ruminal tem como substrato pastagens de leguminosas, em comparação às gramíneas (JOHNSON & JOHNSON, 1995).

3.1. Mitigação dos gases do efeito estufa

Ultimamente o Brasil tem sido taxado como grande vilão da emissão de gases do efeito estufa (GEE), tendo assim alguns de seus produtos da pecuária destinados à exportação, embargados, principalmente após a divulgação do relatório da FAO (FAO, 2009).

Os meios de comunicação tem atacado veemente a produção de carne bovina, dizendo ser uma inimiga ambiental. Na maioria das vezes, estas críticas são infundadas tecnicamente (CAPPER, 2009), pois ainda há a necessidade do desenvolvimento de metodologias acuradas para geração de dados específicos para os sistemas de produção de cada região (país ou bioma), conforme relatado no primeiro inventário nacional de emissões de GEE de origem antrópica.

A eficiência dos sistemas brasileiros ainda é passível de melhorias, existindo ainda possibilidades de aumento na quantidade de produto final, mantendo ou reduzindo a emissão de GEE (CHIZZOTTI et al., 2011).

Conforme estimativas realizadas por Barioni et al. (2007), o aumento da taxa de natalidade de 55 para 68%, a redução na idade de abate de 36 para 28 meses e a redução na mortalidade até 1 ano de 7 para 4,5%, permitiria que em 2025 as emissões de metano em relação ao equivalente carcaça produzido fossem reduzidas em 18%. Isso seria possível mesmo com o aumento estimado em 25,4% na produção de carne. Ou seja, toda ação que melhore a eficiência do sistema de produção reduz proporcionalmente a emissão de metano, uma vez que mais produto (carne, leite, lã, etc.) será produzido em relação aos recursos utilizados (GUIMARÃES JÚNIOR et al., 2010).

4. Considerações finais

A pecuária nacional tem passado por mudanças importantes em tempos recentes, sendo marcada pela necessidade de reavaliação de postura e procedimento em diversos setores, em função da estabilidade econômica. Nesse contexto, o setor foi forçado a direcionar esforços para a tecnificação e aumento da eficiência do processo produtivo. Como em todos os setores, a busca por soluções para os problemas teve início com a conscientização de que sobrevivência era sinônimo de eficiência. Numa atividade em que escala de produção e margem de lucro têm que ser entendidas com exatidão, a demanda por tecnologia aumentou significativamente. Começou-se a discutir os sistemas de produção animal e a entender a sua natureza multidisciplinar e, aos poucos, aceitou-se o fato de que custo baixo não é sinônimo de lucro máximo.

Esses sistemas precisam de retroalimentação com investimentos, requerem a conscientização ecológica e um produto animal de qualidade, ou seja, as economias demandam que estes sistemas sejam viáveis, devendo haver sustentabilidade no setor pecuário. A revolução pecuária não deve cometer erros ambientais, como visto na revolução verde, e, na prática, não teria como os cometer, pois a grande concorrência de mercado aliada às novas exigências dos consumidores irão impedir um avanço neste sentido.

5. Referências Bibliográficas

- AGE/MAPA. Projeções do Agronegócio - Brasil 2009/10 a 2019/20. Brasília, DF: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - Assessoria de Gestão Estratégica. 2010, 48p.
- ANDRADE, C.M.S. GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G.; Souza, A.L. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p 1845-1850, 2003.
- BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B.; Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.spe, p. 51-67 2008.
- BARIONI, L.G.; LIMA, M.A.; ZEN, S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FERREIRA, A. C. Abaseline projection of methane emissions by the Brazilian beef sector: preliminary results. In: Greenhouse Gases And Animal Agriculture Conference, 2007, Christchurch, New Zealand. **Proceedings...** Christchurch, 2007.
- BARRETO, I.L. Pastejo contínuo. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C., FURLAN, R.S.; FARIA, V.P de. (ed.). Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 3., Piracicaba, 1976.

- Anais ... ESALQ:** Piracicaba, 1976. p. 219-243. BLASER, R.E. Integrated pasture and animal management. **Tropical Grasslands**, v.16, p.9-16,1982.
- CAPPER, J.L.; CADY, R.A.; BAUMAN, D.E. The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007. **Journal of Animal Science**, v.87, p.2160-2167, 2009.
- CARVALHO, M. M. **Arborização de Pastagens cultivadas**. Juiz de Fora/MG. EMBRAPA/CNPGL. 1998. 37p. (EMBRAPA/CNPGL - Documentos, 64).
- CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J. XAVIER, F.D. et al. Estabelecimento de sistemas silvipastoris: ênfase em áreas montanhosas e solos de baixa fertilidade. Juiz de Fora, MG: Embrapa - CNPGL, 2002. 11p. (**Circular Técnica, 68**).
- CERRI, C. E. P; MAIA, S. M. F.; GALDOS, M. V.; CERRI, C. C.; FEIGL, B. J.; BERNOUX, M. Emissões de gases do efeito estufa do Brasil: importância da agricultura e pastagem. **Scientia Agricola**, v.66, n.6, p. 831-843, 2009.
- CERRI, C.C., CERRI, C.E.P. Agricultura e Aquecimento Global. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.1, p. 40-44, 2007.
- CHIZZOTTI, M.L.; LADEIRA, M.M.; MACHADO NETO, O.R.; LOPES, L.S. Eficiência da produção de bovinos e o impacto ambiental da atividade pecuária. **Anais... VII SIMPEC – VII Simpósio de Pecuária de Corte e II Simpósio Internacional de Pecuária de Corte**, 2011, Lavras – MG. VII Simpósio de Pecuária de Corte e II Simpósio Internacional de Pecuária de Corte. Visconde do Rio Branco : Suprema Editora e Gráfica, 2011. v.1. p. 37-60
- CORRÊA, L.A. Pastejo rotacionado para produção de bovinos de corte. **Anais... Simpósio De Forragicultura E Pastagens: Temas em Evidência**. 2000, Lavras: UFLA, p.149-178, 2000.
- DERESZ, F.; PAIM-COSTA, M.L; CÓSER, A.C; MARTINS, C.E.; ABREU, J.B.R.; Composição química, digestibilidade e disponibilidade de capim-elefante cv. Napier manejado sob pastejo rotativo; **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.863-869, 2006.
- DIAS-FILHO, M. B. Desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira / Moacyr Bernardino Dias-Filho. – Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 34 p.
- DIAS-FILHO, M.B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.243-252, 2011 (supl. especial).
- DIAS-FILHO, M.B. Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola. In: RODRIGUES, K.F.; FERREIRA, W.M.; MACEDO JR., G.L. (Org.). ZOOTEC 2010 – XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2010, Palmas. **Anais... Palmas:** Editora, 2010. p.131-145.
- DIAS-FILHO, M.B.; ANDRADE, C.M.S. Pastagens no trópico úmido. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 30p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 241). Disponível em: <http://bit.ly/foLu6D>. Acesso em: 15/06/2012.
- DIAS-FILHO, M.B.; SERRÃO, E.A.S.; FERREIRA, J.N. Processo de degradação e recuperação de áreas degradadas por atividades agropecuárias e florestais na Amazônia brasileira. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (Ed.). **Agricultura Tropical**, v.2, p. 293-305, 2008.
- ESTADOS UNIDOS. **Environmental Protection Agency**. Evaluating ruminant livestock efficiency projects and programs. In: PEER review draft. Washington: Environmental Protection Agency, 2000. 48p.
- EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, F.P.; FIGUEIREDO, G.R.; Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.2, p. 451-462, 2001.

- EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; ALMEIDA, R.G.; MONTAGNER, D.P.; BARBOSA, R.A. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.151-168, 2010 (supl. especial).
- FAO. **Grasslands**: enabling their potential to contribute to greenhouse gas mitigation. Rome. Italia, 2009 Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/climate/FinalUNFCCCgrassland.pdf>. Acesso em 16 de julho de 2012.
- GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Utilização e manejo de pastagens. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001.
- GUIMARÃES JÚNIOR, R.; MARCHAO, R. L.; VILELA, L.; PEREIRA, L. G. R. Produção animal na integração lavoura-pecuária. In: Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite, 5., 2010, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2010. p. 111-123.
- IBGE 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://IBGE.gov.br>. Acesso em 10 de julho de 2012.
- JOHNSON, K. A.; JOHNSON, D.E. Methane emission from cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.8, p.2483-2492, 1995.
- LEME, T.M.S.P.; PIRES, M. de F.A.; VERNEQUE, R. da S.V.; ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J.M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.668-675, 2005.
- MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133-146, 2009 (supl. especial).
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ/UFG, 2005. p.56-84.
- MANNETJE, L., JONES, R.J., STOBBS, T.H. Pasture evaluation by grazing experiments. In: Tropical pasture research: principles and methods. Hurley: CAB, 1976. p.194-234.
- MARASCHIN, G.E. Sistemas de pastejo 1. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. 8, Piracicaba, 1986. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 261-290.
- MARTHA JÚNIOR, G.B.; CORSI, M.; BARIONI, L.G.; VILELA, L.; Intensidade de desfolha e produção de forragem do capim-tanzânia irrigado na primavera e no verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.927-936, 2004.
- McALLISTER, T. A.; OKINE, E. K.; MATHISON, G. W.; CHENG, K. J. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. **Canadian Journal of Animal Science**, v.76, p. 231-243, 1996.
- NASCIMENTO, C. F. M.; DEMARCHI, J. J. A. A.; BERNDT, A.; RODRIGUES, P.H. M. Methane emissions by Nelore beef cattle consuming *Brachiaria brizantha* with different station of maturation. **Proceedings...** The Greenhouse gases and Animal Agriculture Conference, Christchurch, NZ, november, p. 64-65, 2007.
- PACIULLO, D.S.C. et al. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, Nov. 2009.
- PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.573-579, 2007.
- PAULINO, M.F.; MORAES, E.H.B.K.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al., Suplementação de novilhos mestiços recriados em pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período

- das águas: desempenho. **Anais..In:** Reunião Anual da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 39, Recife. 2002.
- PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S.; PEDREIRA, M.S.; LIMA, M.A.; BERCHIELLI, T.T.; BARBOSA, P. F. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 277-283, 2004a.
- PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S; PEDREIRA, M.S. et al. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.277-283. 2004b.
- RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. Conceituação e modalidades de sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: Fundamentos do Pastejo Rotacionado, 14, Piracicaba,1997. **Anais...** Piracicaba, 1997. P. 1-24.
- RODRIGUES, L.R.A. Sistemas de pastejo. In: SEMANA DE ZOOTECNIA. 12., Pirassununga, 1988. **Anais ...** Campinas: FUNDAÇÃO CARGILL, 1988. p.57-71.
- SILVA, S.C.; FARIA, V.P.; CORSI, M. Sistema intensivo de produção de leite em pastagem de capim elefante do Departamento de Zootecnia da ESALQ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO. 2., Piracicaba, 1995. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 1996.270 p.97-122.
- SIMÃO NETO, M.; ASSIS, A.G.; VILAÇA, H.A. Pastagens para bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 291-308.
- THOMAS, D.; ROCHA, C.M.C. **Manejo de pasturas y evaluación de la producción animal.** In: Evaluation de pasturas com animales. CIAT. 1985. p. 43-59.
- WHEELER, J.L. Experimentation in grazing management. **Herbage Abstracts**, v.32, n.1, p.1-7,1962.
- WHITEMAN, P.C. **Tropical Pasture Science.** University Press: London, 1980. 392p.



Capítulo 16- Reprodução canina: da fisiologia a biotecnologia

Marcelo Rezende Luz¹

Introdução

Evidências arqueológicas sugerem que o cão tenha sido a primeira espécie domesticada pelo homem, há mais de 10.000 anos, e que os cães foram importantes indivíduos na Era Mesopotâmia. No Egito antigo, Greyhounds e Wolfhounds eram usados em caças e como cães-de-guarda. Atualmente, os cães desempenham importante papel na sociedade como animais de estimação ou companhia, além das finalidades de caça, guarda de rebanhos, guarda de domicílios e propriedades, por meio de diversas raças especializadas. Serve também como modelo experimental para estudos aplicáveis a outras espécies, como o próprio homem, e aos carnívoros selvagens ameaçados de extinção (Luz, 2006).

Na última década vem crescendo a demanda por serviços veterinários especializados em várias áreas, e também na reprodução de cães. O cão cada vez mais participa da rotina familiar das pessoas, que assim cuidam do seu animal da melhor forma possível. Além disso, a criação de cães de raça de alto padrão é uma realidade em nosso país, e os criadores necessitam do apoio veterinário com a prestação de serviços como a Inseminação Artificial (IA).

A seguir descreveremos aspectos da fisiologia reprodutiva da cadela, bem como novos avanços na área de biotecnologia da reprodução de cães, e seu uso como modelo experimental para humanos.

1. O Ciclo Reprodutivo da Cadela

O ciclo estral da cadela é dividido em quatro fases distintas: proestro, estro, diestro e anestro, e apresenta aspectos únicos, quando comparado ao ciclo estral dos demais animais domésticos. A cadela é monoéstrica e predominantemente não-estacional, com intervalo interestro de 5-12 meses, e ovócitos primários são liberados dos folículos durante o processo de ovulação, necessitando de maturação nas tubas uterinas previamente à fertilização (Concannon et al., 1989; Johnston et al., 2001).

O período fértil estende-se do final do proestro ao meio do estro. No proestro ocorre crescimento folicular ovariano, aumento das concentrações plasmáticas de estradiol (E2), atração de machos, edema vulvar e perineal, e secreção vaginal sero-sanguinolenta.

¹ Professor da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, e-mail: luzmr@uol.com.br

Entretanto, nesta fase a fêmea ainda não é sexualmente receptiva ao macho. Tem duração de 1 a 2 semanas, com variação de 3 dias a 3 semanas (Concannon et al., 1989; Johnston et al., 2001).

O estro é caracterizado pela receptividade sexual e aumento crescente das concentrações plasmáticas de progesterona (P4), com duração média de uma semana, podendo variar de dois dias a três semanas. Na maioria dos ciclos, o pico pré-ovulatório do hormônio luteinizante (LH), que desencadeia as ovulações, ocorre um dia antes da transição comportamental de proestro a estro, embora o início do estro e a primeira cobertura possam ocorrer 2-3 dias antes ou até 4-5 dias após o pico de LH (Concannon et al., 1989). Outra particularidade do ciclo estral da cadela é a ocorrência do fenômeno de luteinização folicular pré-ovulatória (Concannon et al., 1977).

O diestro corresponde à fase de atividade do corpo lúteo, seguida ao estro. O início da formação dos corpos lúteos se dá pela luteinização folicular pré-ovulatória, que se completa após as ovulações. A duração do diestro varia conforme a classificação utilizada. Pode-se considerar sua duração como sendo “em torno” de dois meses, assim como na gestação; 2-3 meses em função do desenvolvimento mamário associado com a pseudogestação evidente ou não; por volta de 60-80 dias, ao se considerar o decréscimo da P4 a valores de 1 ng/mL; 100 a 160 dias quando se considera a queda das concentrações de P4 a valores basais de anestro inferiores a 0,5 ng/mL; ou 120 a 140 dias quando o efeito da P4 no endométrio já não é mais evidente (Concannon e DiGregorio, 1986; Luz et al., 2006).

Já o anestro é o período do ciclo estral associado a baixas concentrações circulantes de P4, estradiol e LH, e altas concentrações de hormônio folículo-estimulante (FSH). É a fase do ciclo estral onde ocorre involução uterina, sendo o intervalo entre o final da fase luteal na fêmea não-gestante ou término da gestação, e o início do próximo proestro (Olson et al., 1982; Jeffcoate, 1993).

2. Detecção do Período Fértil na Cadela

Em algumas cadelas de alta fertilidade, os ovócitos podem permanecer viáveis por até 200 horas e os espermatozoides por até 11 dias no interior do sistema reprodutor da fêmea, e muitas cadelas quando acasaladas ou inseminadas com sêmen de boa qualidade podem gerar ninhadas saudáveis e de bom tamanho (Doak et al., 1967; England et al., 2006). Entretanto, a maior parte das fêmeas permanecem férteis por um período de cerca de 2-3 dias após a maturação dos ovócitos, e ainda cadelas com alterações de ciclo estral (ex: proestro curto, proestro longo, estro curto, estro longo) não se encaixam nas médias citadas acima, e são candidatas em potencial a controle do período fértil e inseminação artificial. Além disso, várias são as vantagens de se monitorar o período fértil da fêmea (Levy & Fontbonne, 2007):

- Aumenta a probabilidade de a cadela ficar gestante;
- Aumenta a probabilidade de se ter uma ninhada numerosa (melhor prolificidade);
- Menor risco de falha reprodutiva quando em viagens para acasalamento;
- Menor quantidade de acasalamentos ou colheitas de sêmen para machos de mais idade;

Alterações comportamentais são bastante fáceis de serem detectadas nas cadelas em proestro ou estro, mas em geral são pouco confiáveis para se determinar o momento ótimo para a IA. Normalmente as alterações comportamentais detectadas incluem (Johnston et al., 2001; Luz, 2004):

- Lateralização da cauda e lordose: ocorre após o toque da região perineal e vulvar da cadela quando esta entra no estro, mas algumas cadelas somente exibem este comportamento poucos dias antes do período ótimo para IA;

- Edema de vulva e períneo: a vulva tende a diminuir seu edema no estro em relação ao edema do proestro, porém algumas cadelas permanecem com edema vulvar por todo o estro, o que pode conduzir a acasalamentos tardios.

- Receptividade sexual da cadela: como o período do estro na cadela é longo (em média 7-10 dias, mas podendo durar até 15-21 dias), a cadela receptiva não necessariamente está no seu período fértil. Além disso, algumas cadelas podem ser receptivas a alguns machos especificamente e não a outros, ou mesmo possuírem estenose vaginal e não permitir a cópula.

- Secreção vaginal: à medida que o proestro e estro progridem, há uma tendência da secreção vaginal clarear, porém este parâmetro não é confiável e não possui correlação com o período das ovulações.

Algumas ferramentas são bastante úteis para se detectar o período fértil da cadela, e assim se monitorar qual o melhor momento para o acasalamento ou realização das inseminações artificiais (Luz, 2004).

a) Citologia Vaginal: é um dos exames mais utilizados para se monitorar o ciclo da cadela. Porém, deve-se ter cuidado para não se superestimar a utilidade da citologia vaginal. O exame de citologia vaginal permite ao médico veterinário identificar as diferentes fases do ciclo estral, porém não permite identificar se a fêmea em estro já ovulou, se está ovulando, ou se ainda irá ovular. Esse exame foi desenvolvido na década de 80, e é baseado no fato do epitélio vaginal se alterar durante o ciclo da cadela, à medida que há alterações nas concentrações de E2. Por meio de um *Swab* ou escova ginecológica, é colhido material do fundo vaginal, o qual é depositado sobre uma lâmina histológica, fixado e corado (panótico, *Papanicolaou*, *Schorr*). O corante mais prático, barato e muito eficaz é o panótico. A cadela em estro apresenta de 70-100% de células epiteliais vaginais do tipo superficial (queratinizada) nuclear ou anuclear. Nas IAs com sêmen fresco e quando se podem realizar várias inseminações, é um exame bastante útil. Porém, para IA com sêmen refrigerado ou congelado, esse exame deve ser utilizado associadamente à dosagem de P4 (Concannon e DiGregorio, 1986; Johnston et al., 2001; Levy e Fontbonne, 2007).

b) Dosagem de Progesterona: a concentração plasmática de P4 é um grande indicador da ovulação em cadelas. Face à dificuldade de se mensurar o hormônio luteinizante (LH) para se estimar as ovulações, foram pesquisadas correlações entre o pico de LH, ovulações e as concentrações de progesterona. Assim, no momento do pico pré-ovulatório de LH tem-se P4 entre 2-4 ng/mL, e durante as ovulações a P4 está entre 4-10 ng/mL (Johnston et al., 2001; Levy e Fontbonne, 2007). É importante salientar que pode haver variação no resultado em função do laboratório que efetuou a dosagem, e assim o resultado só pode ser interpretado com base nas normas do laboratório que realizou a dosagem (Volkman, 2006).

c) Ultrassonografia Ovariana: recentes pesquisas realizadas na França têm demonstrado que a ultrassonografia ovariana pode ser utilizada com acurácia para monitoração da ovulação em cadelas. São utilizados aparelhos de ultra-sonografia com probes de alta frequência linear, variando entre 8-10 MHz. Entretanto, o exame requer bastante experiência, monitoração diária da fêmea durante o proestro até o final das ovulações, e a acurácia das determinações aumenta em comparação à dosagem de

progesterona em apenas 10%. Portanto, mesmo em locais com alta demanda de IA em cadelas, somente recomenda-se esse exame para IA com sêmen refrigerado ou congelado, ou em cadelas com histórico de infertilidade (Lévy e Fontbonne, 2007).

3. Colheita de Sêmen em Cães

A colheita do sêmen é realizada pela técnica de manipulação digital, e pode ser realizada sobre uma mesa ou no chão. É importante que o local da colheita tenha piso antiderrapante (ex: piso emborrachado) para segurança do reprodutor. Sempre que possível deve ser realizada na presença da fêmea em estro para estimulação do macho, já que estudos recentes evidenciaram que a presença da fêmea em estro causa melhoria da concentração espermática canina. A higienização do prepúcio é necessária quando há presença de sujidades ou esmegma, e deve ser realizada a seco. Com as mãos enluvadas, procede-se a massagem do prepúcio sobre a região do bulbo peniano, até que o cão apresente ereção peniana parcial. Nesse momento, de forma contínua, deve-se com as duas mãos “afastar” o prepúcio para trás do pênis, e realizar massagem de compressão diretamente sobre o bulbo peniano, até que o cão atinja a ereção completa e inicie a ejaculação (Johnston et al., 2001; Silva et al., 2003).

A ejaculação do cão se dá em três frações: a primeira fração é originária da próstata, e pobre em espermatozóides, translúcida, e supõe-se ser responsável pela limpeza do canal uretral; a segunda fração é a fração espermática ou fração rica em espermatozóides, sendo de origem testicular; e a terceira fração ou fração prostática também é translúcida e pobre em espermatozóides, e serve como meio diluidor natural para os espermatozóides. O ideal é que se despreze a primeira fração, se colha a segunda fração e parte da terceira fração para aumentar o volume do ejaculado (Johnston et al., 2001; Silva et al., 2003).

4. Inseminação Artificial em Cães

No Brasil, a inseminação artificial (IA) com sêmen fresco, por via intravaginal, é a técnica mais utilizada, e é uma técnica de fácil execução. É a técnica que oferece melhores taxas de gestação e quando bem conduzida, oferece resultados similares aos da monta natural. Quando realizada com boas condições sanitárias e técnicas, e com monitoramento do período fértil da cadela, esta técnica apresenta taxas de sucesso de até 85%. Para a realização, após a colheita do reprodutor a IA é imediatamente realizada, já que o sêmen fresco permite pouca flexibilidade de uso, devendo ser introduzido no sistema reprodutor da fêmea o mais rápido possível após a colheita (Silva et al., 2003; Royal Canin, 2006).

A inseminação artificial com sêmen refrigerado preconiza o uso de sêmen que foi colhido, analisado, diluído e refrigerado a 4-6°C por algumas horas ou dias. Para a sobrevivência dos espermatozóides refrigerados, há necessidade do uso de diluidores específicos, os quais contêm substâncias que protegem as células espermáticas do frio. Em geral, o sêmen refrigerado é viável por período de 24-48 horas, podendo excepcionalmente permanecer viável por até 4,9 dias. Dentre os diluidores utilizados para cães têm-se, por exemplo, o Tris-gema (Silva et al., 2003; Verstegen et al., 2002).

Na IA com sêmen congelado, buscando-se melhores resultados, o sêmen deve ser depositado preferencialmente no interior do útero (IA intrauterina). A IA intrauterina pode ser realizada por via transcervical, por laparotomia ou por laparoscopia (Wilson et al., 1993; Silva et al., 2003).

Tanto o uso de sêmen refrigerado como congelado são excelentes maneiras de se realizar troca de material genético de reprodutores valiosos entre cidades, estados ou

países. Como o transporte de sêmen congelado geralmente é mais oneroso do que o sêmen refrigerado, e sua viabilidade menor, novos diluidores para refrigeração de sêmen vem sendo desenvolvidos para preservação da viabilidade espermática por até 10 dias.

5. Criopreservação e Transferência de Embriões

A estratégia de criopreservação de embriões é baseada em dois fatores: uso de crioprotetores e taxas de resfriamento e aquecimento. Desde o primeiro sucesso na criopreservação de embriões de camundongos (Whittingham et al., 1971), os métodos mais utilizados são a congelação lenta e a vitrificação. Com algumas exceções, os processos de armazenamento, resfriamento e hidratação não diferem, sendo as diferenças os crioprotetores e a curva de congelação (Vajta e Kuwayama, 2006).

Todos os protocolos são destinados a proteger os embriões contra a formação intracelular de cristais de gelo durante a congelação e a recristalização durante o aquecimento. A fim de evitar a formação de cristais de gelo intracelular, a água intracelular é normalmente substituída pelos crioprotetores permeáveis e os embriões são desidratados pela lenta taxa de resfriamento. A recristalização costuma não ocorrer durante a descongelação por causa da rápida taxa de aquecimento. De acordo com Palasz e Mapletoft (1996), as técnicas “padrões” de congelação lenta existentes permitem o sucesso da criopreservação de embriões de diferentes espécies de animais domésticos.

O citoplasma do embrião canino produzido *in vivo* é particularmente rico em lipídios (Abe et al., 2010; Chastant-Maillard et al., 2010), e até o momento dados sobre a criopreservação e transferência de embriões criopreservados são escassos. Kim et al. (2002) congelaram embriões caninos nos estádios de mórula e blastocisto por congelação lenta, e realizaram a transferência de 17 embriões pós-descongelação para três receptoras, sendo oito mórulas, um blastocisto e oito gástrulas, das quais não se obteve nenhum nascimento.

Em trabalho recentemente publicado por Abe et al. (2010), 474 embriões caninos, desde o estádio de 1 célula até blastocistos, foram vitrificados com uso de etilenoglicol, em *cryotop*. Depois de aquecidos, 77 embriões foram transferidos não-cirurgicamente para nove cadelas receptoras, numa média de 2 a 4 embriões por receptora, das quais cinco (55%) ficaram gestantes, mas apenas quatro (44%) pariram um total de sete (9,1%) filhotes. Os autores concluíram ser a vitrificação um método adequado para criopreservação de embriões caninos, os quais segundo os autores possuem mais lipídios intracitoplasmáticos que suínos e bovinos.

Em trabalho desenvolvido por nosso grupo de pesquisa (Guaitolini et al., 2012), blastocistos caninos foram criopreservados pela metodologia de congelação lenta, comparando-se a eficácia dos crioprotetores Glicerol 1.0M e Etilenoglicol 1.5M. Após a descongelação, os embriões foram cultivados *in vitro*, e permaneceram viáveis por até 6 dias. Não foi observada diferença entre os crioprotetores na sobrevivência e viabilidade embrionária pós-descongelação.

6. O Cão como Modelo Experimental

O cão apresenta uma fisiologia mais adequada para comparação com o ser humano do que muitos modelos tradicionalmente utilizados, mostrando-se um modelo experimental promissor para doenças humanas (Schneider et al., 2008).

De quase 400 doenças hereditárias conhecidas no cão, mais de 50% dessas (224) têm equivalente na espécie humana, tais como as cardiomiopatias, distrofia muscular e câncer de próstata (Chastant-Maillard et al., 2010).

O cão já foi utilizado como modelo experimental para transplantes, e é a espécie mais utilizada para testar a eficácia de novas terapias, pela semelhança entre as características clínicas das doenças humanas e do cão, para estudos comparativos de câncer hereditário e esporádico entre homens e cão, em terapias gênicas, devido a vida longa do cão que permite o acompanhamento por longos períodos, e em transplante de células tronco, pela biologia compatível com humanos. Na aplicação de células tronco embrionárias em medicina regenerativa, é necessário testar a eficácia e a segurança de tecidos derivados de células tronco embrionárias (Schneider et al., 2008; Chastant-Maillard et al., 2010).

A avaliação da eficácia terapêutica é fundamental para estudos clínicos das doenças. O metabolismo de drogas no cão é semelhante ao do homem e por isso o cão é utilizado rotineiramente para estudos toxicológicos (Schneider et al., 2008; Chastant-Maillard et al., 2010).

7. Referências Bibliográficas

- ABE, Y.; SUWA, Y.; TOMOYOSHI, A. et al. Cryopreservation of canine embryos. **Biology of Reproduction**, 2010. Doi:10.1095/biolreprod.110.087312.
- CHASTANT-MAILLARD, S.; CHEBROUT, M.; THOUMIRE, S. et al. Embryo biotechnology in dog: a review. **Reproduction, Fertility and Development**, v.22, p. 1049-1056, 2010.
- CONCANNON, P.W., DiGREGORIO, G.B. Canine vaginal cytology. In: BURKE, T.J. **Small animal reproduction and fertility**. Philadelphia: Lea&Febiger, 1986. p. 96-111.
- CONCANNON, P.W., MCCANN, J.P., TEMPLE, M. Biology and endocrinology of ovulation, pregnancy and parturition in the dog. **Journal of Reproduction and Fertility Supplement**, v. 39, p. 3-25, 1989.
- CONCANNON, P.W., POWERS, M.E., HOLDER, W. et al. Pregnancy and parturition in the bitch. **Biology of Reproduction**, v. 16, p. 517-526, 1977.
- DOAK, R.L., HALL, A., DALE, H.E. Longevity of spermatozoa in the reproductive tract of the bitch. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 13, p. 51-58, 1967.
- ENGLAND, G.C.W., BURGESS, C.M., FREEMAN, S.L. et al. Relationship between the fertile period and sperm transport in the bitch. **Theriogenology**, v. 66, p. 1410-1418, 2006.
- JEFFCOATE, I.A. Endocrinology of anoestrous bitches. **Journal of Reproduction and Fertility Supplement**, v. 47, p. 69-76, 1993.
- GUAITOLINI, C.R.; TAFFAREL, M.O.; TEIXEIRA, N.S. et al. [Post-thaw viability of in vivo-produced canine blastocysts cryopreserved by slow freezing](#). **Theriogenology**, v.78, p. 576-582, 2012.
- JOHNSTON, S.D., KUSTRITZ, M.V.R., OLSON, P.N.S. **Canine and Feline Theriogenology**. 1a ed., Philadelphia: W.B. Saunders Company, 592p., 2001.
- KIM, Y.J.; KIM, B.J.; YOU, I.J. Embryo transfer with frozen embryos in the dog. **The Korean Society of Veterinary Clinics**, v.19, p.73-79, 2002.
- LÉVY, X., FONTBONNE, A. Determining the optimal time of mating in bitches: particularities. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, p. 128-134, 2007.
- LUZ, M.R. **Função luteal e luteólise em cadelas: aspectos morfo-funcionais**. São Paulo. Botucatu, 2004. 151p. Tese (Doutorado em Reprodução Animal) – Faculdade de

- Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP.
- LUZ, M.R. Manejo del apareamiento en la especie canina. In: GOBELLO, C. (Ed.) **Temas de reproducción de caninos y felinos por autores latinoamericanos**. 1.Ed. Buenos Aires: Auspacia, 2004. p.99-106.
- LUZ, M.R., BERTAN, C.M., BINELLI, M. et al. Plasma concentrations of 13,14-dihydro-15-keto prostaglandin F₂-alpha (PGFM), progesterone and estradiol in pregnant and nonpregnant diestrus cross-bred bitches. **Theriogenology**, v. 66, p. 1436-1441, 2006.
- OLSON, P.N., BOWEN, R.A., BEHRENDT, M.D. et al. Concentrations of reproductive hormones in canine serum throughout late anestrus, proestrus and estrus. **Biology of Reproduction**, v. 27, p. 1196-1206, 1982.
- PALASZ, A.T.; MAPLETOFT, R.J. Cryopreservation of mammalian embryos and oocytes: recent advances. **Biotechnology Advances**, v.14, p.127-149, 1996.
- ROYAL CANIN – **Manual do Criador – Reprodução Canina**, 1ª ed., Paris: ANIWA AS, 143p., 2006.
- SCHNEIDER, M.R.; WOLF, E.; KOLB, H.J. et al. Canine embryo-derived stem cells and models for human diseases. **Human Molecular Genetics**, v.17, p.42-47, 2008.
- SILVA, A.R., CARDOSO, R.C.S., SILVA, L.D.M. Principais aspectos ligados à aplicação da inseminação artificial na espécie canina. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 98, p. 53-60, 2003.
- VAJTA, G.; KUWAYAMA, M. Improving cryopreservation systems. **Theriogenology**, v.65, p.236-244, 2006.
- VERSTEGEN, J., IGUER-OUADA, M., LUZ, M.R. et al. Conservation of canine semen motility parameters assessed using the Hamiltion thorn computer assisted motility analyser and of acrosome reaction integrity in semen frozen after up to 3 days conservation at 4C (chilled). In: **Third EVSSAR European Congress on Reproduction in Companion, Exotic and Laboratory Animals**, 2002, Liège. P. 109-110.
- VOLKMANN, D.H. The effects of storage time and temperature and anticoagulant on laboratory measurements of canine blood progesterone concentrations. **Theriogenology**, v. 66, p. 1583-1586, 2006.
- WHITTINGHAM, D.G. Survival of mouse embryos after freezing and thawing. **Nature**, v.223, p.125-126, 1971.
- WILSON, M.S. Non-surgical artificial insemination in bitches using frozen semen. **Journal of Reproduction and Fertility Supplement**, v. 47, p. 307-311, 1993.



Capítulo 17- Resumos apresentados na 1 Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo





ACHADOS HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DE CÃES NATURALMENTE INFECTADOS COM *LEISHMANIA (VIANIA) BRASILIENSIS*

Márcio Paiva Barcellos¹, Gabriela Porfirio-Passos¹, Evandro Pereira Neto², Marcos Santos Zanini¹

¹Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo

² Médico Veterinário especialista em laboratório Clínico

Objetivou-se observar alterações hematológicas e bioquímicas em animais naturalmente infectados por *Leishmania (Viania) brasiliensis* com sinais clínicos de Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA). Foram utilizados para o estudo nove cães, sem raça definida, com peso variando entre 7 kg a 20 kg, adultos, do município de Guarapari – ES, concedidos pelos proprietários, ao Centro de Controle de Zoonoses. Os mesmos foram encaminhados para a Universidade Federal do Espírito Santo, submetidos à avaliação sorológica para detecção de anticorpos pela técnica de ELISA, cultura de biopsia com identificação de *Leishmania (Viannia) braziliensis*. Esses animais foram submetidos a exames hematológicos e bioquímicos. As amostras de sangue foram obtidas, por meio de venopunção de jugular com agulhas descartáveis (25 mm x 0,7mm) e seringa descartável de 5 ml, acondicionados em tubos siliconizados sem anticoagulante de 4 ml, para as determinações séricas de alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase, creatinina, uréia, fosfatase alcalina, gama glutamiltranspeptidase, triglicerídeos, colesterol, albumina, globulina, sódio, potássio, cálcio, em tubo com fluoreto de sódio para determinação de glicose e em tubo com EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético) para realização de hemograma. As amostras obtidas em frascos sem anticoagulante foram imediatamente centrifugadas (Centribio®). No processamento das amostras de sangue total, estas foram homogeneizadas pelo homogenizador (LabTec®), para confecção das laminais hematológicas e coloração (ROMANOWISK) para realização da contagem diferencial de células após esse procedimento as células foram contadas através do contador hematológico (COUNTER T 890®). Para realização dos exames bioquímicos foram utilizados os soros, processados em bioquímica automática (CHEM WELL T®). Foi observado que 22,22% dos animais avaliados apresentaram anemia quando comparados com valores de referência citados por Jain Et al. (1993), tais achados também foram observados por Reis Et al. (2009) em animais com leishmaniose visceral canina sendo que, 44,44% dos animais apresentaram trombocitopenia, corroborando com Pentanides Et al. (2008) que obteve 37,25% desta alteração em sua pesquisa utilizando cães com LVC, baseados em valores limítrofes descritos por Kaneko Et al (1997) 55,55% animais apresentaram hiperglobulinemia, já Maia, 2010 observou esse achado em 100% dos animais infectados experimentalmente por *Leishmania infantum*. Conclui-se que os animais infectados naturalmente por *Leishmania (Viania) brasiliensis* podem apresentar anemia, trombocitopenia e hiperglobulinemia.

Palavras chave: cães, hematologia, leishmaniose.



AVALIAÇÃO DA RECUPERAÇÃO DE OVOS DE *FASCIOLA HEPATICA* POR MEIO DE DUAS TÉCNICAS COPROPARASITOLÓGICAS

Barbara Rauta De Avelar¹, Milena Batista Carneiro², Deivid França¹, Juliana Azevedo¹,
Marcelle Novaes Tempolim¹, Isabella Vilhena Freire Martins¹

¹ Laboratório de parasitologia/Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. barbararauta@gmail.com

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ

A *Fasciola hepatica* é um trematódeo que parasita ducto biliares de mamíferos. As técnicas de diagnóstico coprológicas deste parasito são poucos sensíveis por isso a necessidade de determinar técnicas mais sensíveis, o objetivo do presente trabalho foi determinar qual técnica proporcionou maior recuperação de ovos do parasito. As amostras coletadas em abatedouro com inspeção sanitária estadual no município de Atilio vivacqua. Foi coletada a bile de animal positivo e foram coletadas também fezes de animais negativos ao exame macroscópico durante o abate. O material foi acondicionado em isopor e levado ao laboratório de parasitologia da Universidade Federal do Espírito Santo, 10ml da bile foram centrifugados e 5 laminas contendo 10 µl foram lidas encontrando uma média de 15 ovos por laminas. As amostras que estavam negativas foram confirmadas como tais, por meio da técnica Foreyt (2005), essas amostras foram divididas em seis sacos com 10 gramas de fezes que foram contaminadas com 133,33µl de bile, contendo 200 ovos aproximadamente, desses sacos foram retiradas 1gr para a realização da técnica de Girão e Ueno(1994) e 5gr para a técnica de Foreyt (2005). A média de ovos recuperados nas duas técnicas foi de 48,8 ovos para a técnica de Girão e Ueno(1994) e de 418,5 ovos para técnica de Foreyt(2005) com uma porcentagem de recuperação de ovos de 24,42% e 41,85%, respectivamente. A recuperação de ovos foi significativa ao teste F ao nível de 1% de probabilidade durante análise da variância e o teste de Tukey apresentou diferença significativa entre as médias das duas técnicas. A provável recuperação de ovos foi maior no exame de Foreyt(2005) devido a técnica utilizar maior quantidade de gramas de fezes, no entanto mesmo assim esta apresenta-se mais sensível ao diagnóstico da parasitose, pois levando em consideração que a porcentagem de ovos recuperados em ambas as técnicas deveriam ser semelhantes, uma vez que a proporção de ovos por gramas de fezes eram iguais para ambas as técnicas.

Palavras Chave: diagnóstico, fasciolose, exame de fezes.

Instituição financiadora: CAPES



COMPARAÇÃO ENTRE DUAS MODIFICAÇÕES DA TÉCNICA DE GORDON E WHITLOCK, 1939 PARA DIAGNOSTICO DE ENDOPARASITOSE EM RUMINANTES

Barbara Rauta de Avelar¹, Deivid França¹, Dyeime Ribeiro de Souza¹, Marcelle Temporim Novaes¹, Isabella Vilhena Freire Martins¹

¹Laboratório de parasitologia/Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. barbararauta@gmail.com

A técnica descrita por Gordon e Whitlock (1939) é amplamente utilizada para a contagem de ovos por gramas de fezes na determinação da carga parasitária principalmente de animais de produção. Diversas variações dessa técnica são encontradas, no entanto existem poucos trabalhos comparando a sensibilidade destas. O objetivo desse trabalho foi comparar as médias de diagnóstico entre duas variações da técnica, a primeira descrita por Ueno & Gonçalves (1998), e a outra descrita pela EMBRAPA (1999). Foram utilizadas trinta amostras de fezes de bovinos naturalmente infectados, coletadas diretamente da ampola retal, acondicionadas em caixa isotérmica e processadas no Laboratório de Parasitologia do Centro de Ciências Agrárias de Alegre da Universidade Federal do Espírito Santo. As duas variações da técnica de Gordon e Whitlock (1939) foram testadas para cada amostra. A primeira técnica descrita por Ueno e Gonçalves (1998), utilizando 4 gramas de fezes e 56ml de solução hiper saturada de açúcar. E a segunda técnica descrita pela EMBRAPA (1999) utilizando 4 gramas de fezes, 26 ml de água e 30 ml de solução hiper saturada de açúcar. O OPG foi calculado com base nos seguintes cálculos: $OPG = n^{\circ} \text{ de ovo} \times 50$. A câmara Mc Master foi utilizada para leitura dos exames. Estes foram lidos em microscópio óptico, com aumento de 100 vezes, para identificação de ovos de helmintos e oocistos de coccídios. A sensibilidade das técnicas foi testada quanto a presença de coccidiose e o teste estatístico utilizado para comparar as médias das técnicas avaliadas foi o teste de Tukey ($p = 0,05$). Nos exames foram encontrados ovos pertencentes a família Strongyloidea em 13,33% e de 36,66% das amostras positivas para a técnica de Ueno e Gonçalves (1998) e da Embrapa (1999), respectivamente e apenas uma amostra foi positiva *Trichuris*, encontrado na técnica de Ueno e Gonçalves (1998), porém esses dados não foram em número suficiente para testar estatisticamente. Quanto a sensibilidade das técnicas a porcentagem de exames positivos para coccidiose foi 100% para a técnica de Ueno e Gonçalves (1998) e 56,66% (17) pela técnica descrita pela EMBRAPA (1999). Mesmo assim, segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$) não houve diferença estatística entre as médias. Porém segundo o teste estatístico as duas técnicas são apropriadas para o diagnóstico de oocistos. O tamanho da amostra deve ser aumentado, da mesma forma que animais com OPGs maiores devem ser incluídos no experimento, pois os OPGs baixos podem ter influenciado os resultados estatísticos.

Palavras chave: diagnóstico, McMaster, exames de fezes.



**ERVA-DE-SANTA-MARIA (*Chenopodium ambrosoides* L.), EM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES, SOBRE CULTIVOS DE LARVAS INFECTANTES DE
Ancylostoma spp.**

Jessica Nascimento Moraes Monteiro¹, Anderson Barros Archanjo¹, Adilson Vidal Costa¹,
Lenir Cardoso Porfírio¹

¹ Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: jessicanmm@hotmail.com

Parasitas intestinais estão entre as doenças infecciosas mais comuns entre os animais de companhia, alguns com caráter zoonótico. Portanto, o controle das parasitoses em cães beneficia a sua saúde e reduz o risco de transmissão. Os produtos disponíveis no mercado, para tratar e prevenir estas infecções em cães, são alopáticos, e na maioria sintéticos. Mas, há o crescente desenvolvimento de resistência aos antiparasitários por parte dos parasitos gastrointestinais, conseqüentemente torna-se necessário investigar estratégias alternativas para o controle farmacológico. Entre estes novos métodos tem-se estudos com, o controle biológico utilizando fungos nematófagos em pequenos ruminantes, a produção de vacinas contra helmintos e o uso de metabólitos secundários das plantas. Foram identificados na erva-de-santa-maria utilizada, cinco principais substâncias na composição do óleo essencial: (Z)-ascaridol (87%), (E)-ascaridol (5,04%), p-cimeno (4,83%), α -terpineno (1,24%) e piperitona (0,7%), representando 98,81% da constituição total. A atividade terapêutica desta planta contra parasitas, ocorre pela ativação do princípio ativo majoritário do óleo essencial, o ascaridol. Objetiva-se com este trabalho avaliar a ação do extrato bruto de erva-de-santa-maria, em diferentes concentrações, sob a motilidade de larvas de 3^o estágio de *Ancylostomum* spp. Para a realização do teste *in vitro* foram obtidas amostras de fezes coletadas diretamente da ampola retal de cães contaminados naturalmente. Todos os animais estavam alojados no Centro de Controle de Zoonoses (CCZ), localizado no Município da Serra, ES. Depois de realizados os exames parasitológicos pelo método de Willis (1921), as fezes foram homogeneizadas para a realização dos cultivos larvais. Os extratos foram testados em duplicata e preparadas em microtubos de polipropileno de 1500 μ L com 500 μ L de larvas e 500 μ L da substância testada. Os grupos testados consistiram em: A (controle negativo), com água destilada; B (controle solvente) com propilenoglicol a 7% e C1 a C13 (grupos de tratamentos), com extrato bruto de erva-de-santa-maria em 13 concentrações: C₁: 0,5%; C₂: 1,0%; C₃: 2,0%; C₄: 3,0%; C₅: 4,0%; C₆: 5,0%; C₇: 6,0%; C₈: 8,0%; C₉: 10%; C₁₀: 12%; C₁₁: 20%; C₁₂: 25%; C₁₃: 30%. Os resultados mostraram que o extrato bruto de erva-de-santa-maria, quando diluído em propilenoglicol a 7% apresentou insuficiente atividade para o efeito larvicida nas concentrações de C₁ a C₁₁. Os grupos C₁₂ e C₁₃ apresentaram atividade larvicida nos testes com *Ancylostomum* spp. O solvente propilenoglicol a 7% permaneceu equivalente ao controle negativo (A). Conclui-se que os extratos bruto de ESM demonstraram efeito na atividade anti-helmintica a 25% e 30%, possivelmente pelo alta densidade da solução, promovendo oxigenação reduzida.

Palavras-chave: mastruz, fitoterapia, helmintos.

Instituição financiadora: CAPES-Reuni



ESTIMATIVAS DA MASSA DE FORRAGEM E SUA RELAÇÃO COM A ALTURA DAS PLANTAS EM PASTAGEM DE *Urochloa brizantha* cv. MARANDU, EM DOIS ANOS CONSECUTIVOS

Flebson Montalvão De Almeida¹, Guilherme Santos Freitas¹, Adriano Conti Hupp¹,
Charlene Candida Rangel¹, Patrícia Do Rosário Rodrigues¹, Antonio Delunardo Pandolfi
Filho¹, Thiago Jaccoud Machado¹, Márcio Nunes Cordeiro Costa¹

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias CCA/UFES, Alegre-ES. e-mail: fleferaz@hotmail.com

Objetivou-se, com este estudo, estimar a massa de forragem e sua relação com a altura da planta em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Esse experimento foi conduzido em pastagem de *U. brizantha* cv. Marandu pertencente ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), durante as épocas secas de 2011, em pastagem não irrigada e 2012, em pastagem irrigada. Foram realizadas duas amostragens, sendo uma para a estimativa da massa de forragem, com separação em folhas, caules e material morto, coletando-se 11 amostras da forragem ao acaso dentro da área de pastagem, em 2011 usando-se um quadrado de 0,5 m² (0,5 x 0,5 m) e 25 amostras em 2012. Em seguida, foram cortadas 20 amostras rente ao solo e, concomitantemente, medidas da altura das plantas. Numa segunda fase foram realizadas 40 medidas de alturas da planta, sem o corte da vegetação em 2011 e 25, em 2012. A segunda amostragem foi realizada usando o método de dupla amostragem, em que, em sua primeira fase foram cortadas 20 amostras de forragem rente ao solo e, concomitantemente, medidas da altura das plantas em cada quadrado amostrado. As amostras foram pesadas e uma fração de aproximadamente 250 gramas retirada para determinação do teor de matéria seca da forragem em estufa de circulação forçada de ar a 100 °C, por 24 horas. Nas duas épocas, os valores de matéria seca por hectare e as alturas correspondentes geraram duas equações de regressão, a partir das quais medidas de alturas foram convertidas em estimativas da massa de forragem. Ressalta-se que as produções totais estimadas de massa de forragem foram 4692 e 2863 kg/ha, para 2011 e 2012, respectivamente. Verificou-se maior produção de matéria seca de material morto em pastagem de *U. brizantha* cv. Marandu, em relação às de caules e folhas, nas duas épocas avaliadas. O material senescente produziu em torno de 50% de toda a forragem na época seca de 2011, denotando que o manejo do pastejo na área não era adequado. Já, na época seca de 2012, em pastagem irrigada desta espécie, houve uma redução em torno de 20% do material senescente em comparação à de caules e folhas obtidas no ano anterior, o que sugere melhor manejo do pastejo nesta área. Deve-se ressaltar que essas avaliações foram realizadas nas épocas secas de 2011 e 2012, momento em que a maioria das forrageiras se encontra em processo de senescência. Houve resposta linear positiva, com acréscimo da massa de forragem em pastagem de *U. brizantha* cv. Marandu, à medida que a altura da pastagem aumenta. Os valores de r² superiores a 0,80 permitem inferir que acima de 80% de toda a variação na produção de massa de forragem seca foi devida à altura das plantas, o que está de acordo com valores encontrados na literatura pertinente que relata resultados dessa ordem em pastagens dessa forrageira.

Palavras-chave: altura da planta, dupla amostragem, gramíneas tropicais, métodos de avaliação, produção de forragem



ESTUDO DOS PARÂMETROS FISIOLÓGICOS EM LEITÕES NA PRIMEIRA SEMANA DE VIDA

Maritza Pataro Lima Gurgel¹, Mariana Duran Cordeiro², Juliana Cristina De Souza³, Raphael Pires Bolzan⁴, Patricia Do Rosario Rodrigues⁵, Antônio Delunardo Pandolfi Filho⁵, Thalita De Castro Crissaff Almeida³

¹Zootecnista – Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Vila Velha/ES. E-mail: maritzagurgel@hotmail.com

²Professor Adjunto – Universidade Federal do Espírito Santo Alegre/ES.

³Zootecnista – Universidade Federal do Espírito Santo Alegre/ES.

⁴Zootecnista do Instituto Federal do Espírito Santo Alegre/ES.

⁵Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias Alegre/ES.

A suinocultura é uma atividade que exige muitos cuidados por parte do produtor. A maternidade é um período crítico na suinocultura principalmente em relação ao conforto térmico e bem-estar animal, visto que devem ser atendidas todas as exigências de duas fases de vida completamente opostas em um mesmo espaço físico, com isso, deve-se criar dois microambientes distintos, a fim de favorecer o desempenho tanto das matrizes quanto dos leitões. Diante disso, a abordagem principal deste experimento foi avaliar o comportamento de leitões na primeira semana de vida, através de parâmetros fisiológicos e variações climáticas. O trabalho foi realizado no setor de suinocultura do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Alegre. Foram utilizados 49 leitões provenientes de cinco leitegadas, paridas entre os dias 17 e 19 de Novembro de 2011. Imediatamente após o nascimento todos os animais foram submetidos aos procedimentos pós-parto e colocados em baia maternidade contendo abrigo escamoteador com fonte de aquecimento para os leitões, onde a temperatura apresentou média de 29,72°C e valores de máxima e mínima de 34,3 e 20,2°C respectivamente, faixa classificada como dentro da zona de conforto térmico para animais nesta idade. Os animais foram observados a partir do segundo dia de vida e as avaliações da temperatura retal, frequência respiratória e temperatura superficial, foram feitas doze vezes por dia durante sete dias, com intervalos de uma hora entre elas, em quatro leitões de cada leitegada escolhidos de forma aleatória. Os resultados obtidos para as variáveis fisiológicas foram submetidos à análise de variância, pelo programa SAEG – Sistema para Análise Estatística e Genética, e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. De acordo com os dados coletados pode-se perceber que a frequência respiratória apresentou diferença estatística, variando entre 66,74 até 85,05 movimentos por minuto, sendo que os menores valores foram encontrados nas horas mais amenas do dia, entre 07:40 a 08:40 hs e 17:40 a 18:40 hs. A temperatura retal não apresentou diferença estatística, além disso, todos os valores encontrados estavam dentro da normalidade, pois a faixa de temperatura retal ideal para suínos deve variar entre 38,7 a 39,8°C. Já a temperatura superficial, apresentou diferença estatística para os três pontos de coleta (dorso, paleta e pernil), sendo que os maiores valores foram encontrados entre 12:40 a 16:40 hs. Diante disso, de acordo com os dados demonstrados, pode-se concluir que apesar da pouca idade, estes já apresentam atividade do seu sistema termorregulatório, pois utilizaram o aumento da frequência respiratória e da temperatura superficial da pele como forma de aumentar a dissipação de calor para o meio.

Palavras-chave: leitegada, observações, parâmetros fisiológicos e variação climática.



IDENTIFICAÇÃO DE FUNGOS FILAMENTOSOS EM CINCO PLANTAS MEDICINAIS MAIS UTILIZADAS PELA POPULAÇÃO DE ALEGRE – ES

Mirleide De Araújo Cáo¹; Gabriela Porfirio Passos¹; Carlos Alcantara Da Silva Loureiro²
Lenir Cardoso Porfírio¹

¹ Universidade Federal do Espírito Santo. Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias. E-mail: mirleidea@gmail.com

² Faculdade de Aracruz. Engenharia
Instituição Financiadora: PROEX

A sociedade tem procurado na natureza hábitos saudáveis, aumentando a produção e utilização de plantas “*in natura*” e industrializadas. Esses produtos têm se tornando cada dia mais frequentes na utilização para a cura de algumas doenças que acometem a população. As doenças causadas por fungos podem ter caráter zoonótico, isto é, serem transmitidas do animal para o homem, mas existem outras formas de contaminação. A avaliação da qualidade microbiológica de produtos como plantas medicinais, é fundamental para garantir a segurança alimentar, em função do potencial micotoxigênico apresentado por algumas espécies de fungos. A planta desidratada é a mais utilizada, e poucos microrganismos podem se multiplicar neste material, porém deve-se levar em consideração que alguns fungos apresentam estruturas de resistência sendo capazes de permanecer no produto até que existam condições físicas e nutricionais para o seu desenvolvimento. O tempo e as condições de armazenamento também podem propiciar o desenvolvimento destes microrganismos. Analisou-se então, a presença de fungos filamentosos em plantas “*in natura*” mais comercializadas no município de Alegre, ES: erva-doce (*Foeniculum vulgare*), capim-cidreira (*Melissa officinalis*), carqueja (*Baccharis trimera*), boldo-do-chile (*Peumus boldus Molina*) e sene (*Cassia angustifolia*). As plantas foram selecionadas por meio de um questionário. Os trabalhos ocorreram em três etapas: Etapa 1: Foram adquiridas, 50 g “*in natura*” de cada chá mencionado e armazenado em local seco e arejado. Dessa quantidade retirou-se amostras no 1^o, 25^o e 50^o dias. Etapa 2: Após pesagem padronizou-se semear 0,800g da amostra de cada planta em placas de Petri, distribuídas em dois meios de cultura: Ágar Sabourand Dextrose (ASD) e Batata-dextrose-ágar-acidificado (BDA), previamente preparados e esterilizados em autoclave a 121°C por 20 minutos. Cada planta foi analisada 3 vezes em cada meio, a temperatura ambiente e em estufa bacteriológica a 37°C, no 1^o, 25^o e 50^o dias. Etapa 3: Após 21 a 30 dias de cultivo analisou-se as culturas verificando as espécies de fungos encontrados, para saber se eram patogênicos ou não. Compararam-se os níveis de contaminação em relação aos padrões permitidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Dentre as espécies encontrou-se: *Aspergillus sp.* (42.1%), *Mucor sp.* (5.26%), *Fusarium sp.* (5.26%), *Rhizopus sp.* (21.05%), *Scopulariopsis sp.* (5.26%), *Candida sp.* (10.52%), e *Penicilium sp.* (10.52%). Com base nos microrganismos encontrados observa-se sua ocorrência nas plantas “*in natura*”, à temperatura ambiente. Este fato requer maior atenção na aquisição e conservação, antes e após a abertura da embalagem. Apesar de 100°C serem suficientes para eliminação dos fungos, as toxinas por eles expelidas não são inativadas. Esses fungos são causadores de doenças como a Aspergilose causada pelo *Aspergillus fumigatus*, fungo encontrado com maior frequência nas plantas analisadas.

Palavras chave: Fitoterapia; Fungos filamentosos; Zoonoses.



IMPORTÂNCIA DO ACONDICIONAMENTO ADEQUADO DE DILUIDORES DE CONGELAMENTO NA CRIOPRESERVAÇÃO DO SÊMEN EQUINO

Márcio Nunes Cordeiro Costa¹; Emily Da Hora Aguiar²; Yuri Guerson Barbosa²;
Fernanda Adami Ribeiro²; Jeanne Broch Siqueira³; Carla Braga Martins³

¹ Pós-graduando em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo - CCA/UFES. maarcim@hotmail.com

² Graduandos em Medicina Veterinária - CCA/UFES

³ Docente do Departamento de Medicina Veterinária CCA/UFES

Os procedimentos básicos da criopreservação do sêmen em equinos demandam cuidados específicos em relação aos meios diluidores para melhorar a eficiência na conservação espermática. Objetivou-se ressaltar a necessidade do acondicionamento adequado dos diluidores de congelamento de sêmen durante a logística de transporte e processamento laboratorial. Foram utilizados garanhões das raças Campolina e Mangalarga Marchador dos estados do RJ e ES, clinicamente hígidos e com potencial reprodutivo atestado por meio de avaliação andrológica. O sêmen foi congelado de acordo com o protocolo descrito no Manual de Andrologia e Manipulação do Sêmen em Equinos. Utilizou-se o diluidor de sêmen comercial Botu Sêmen[®] na proporção 1:1 e após centrifugação a 2.200 rpm por 10 minutos o sobrenadante de cada tubo Falcon foi desprezado. Os *pellets* foram ressuspensos no diluidor de congelamento Botu Crio[®], previamente aquecido e calculado. O envasamento do sêmen ressuspensado foi realizado em palhetas de 0,5 mL que, em seguida, foram colocadas em refrigerador entre 5-6°C, durante 20 minutos. As palhetas foram dispostas horizontalmente a 5 cm do vapor de nitrogênio líquido em caixa de isopor por 20 minutos e em seguida submersas. Os frascos do diluidor de congelamento comercial foram adquiridos em três ocasiões distintas. Os primeiros frascos foram transportados direto da empresa matriz no estado de SP para o Sul do estado do ES, em trajeto de três dias úteis. Os frascos da segunda aquisição foram transportados dentro do estado do RJ até o haras durante 05 horas. O terceiro lote foi adquirido do estado de SP e transportado por menos de 24 horas até o estado do ES. As palhetas (dos três lotes de diluidores adquiridos) foram descongeladas a 46⁰C por 20 segundos e analisadas de forma subjetiva em microscópio óptico quanto às propriedades físicas do sêmen, com respectivos resultados para motilidade espermática e vigor espermático: 0% motilidade e vigor 0; 40% motilidade e vigor 2; 40% motilidade e vigor 3. Mesmo com logística de transporte dificultada para o Sul do Espírito Santo, o resultado negativo das primeiras amostras analisadas foi atribuído ao acondicionamento inadequado dos frascos do diluidor de congelamento após o seu recebimento. Os resultados de queda de motilidade para amostras dos frascos utilizados da segunda aquisição podem ser atribuídas a adaptação da equipe de trabalho ou a características próprias do ejaculado destes garanhões. A caixa transportadora contendo os frascos da terceira aquisição foi recebida refrigerada com temperatura de 6,8°C após 24 horas de viagem e mantiveram os bons resultados da segunda etapa. O acondicionamento dos diluidores de congelamento de sêmen provavelmente interferiu na manutenção das suas características físico químicas, afetou a qualidade espermática após o descongelamento e foi limitante para obtenção de melhores índices na criopreservação do sêmen equino.

Palavras-chave: acondicionamento, diluidor de congelamento, criopreservação, equinos.



PRÓPOLIS E MONENSINA: PARÂMETROS REPRODUTIVOS E PERFIL PROTEICO EM OVELHAS

Rhuan Amorim De Lima², Deolindo Stradiotti Júnior¹, Antônio Carlos Cóser¹, Dione
Henrique Breda Binoti², Tatiana Fiorotti Rodrigues¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias CCA/UFES, Alegre-ES, CEP 29.500-000

² Faculdade de Castelo – FACASTELO, Castelo-ES, CEP 29.550-000

Objetivou-se avaliar a ação da própolis do bioma Mata Atlântica Sul Capixaba sobre o comportamento dos indicadores do metabolismo proteico e aspectos reprodutivos em ovelhas da raça Santa Inês. Por ser um ionóforo natural, buscou-se testá-la em contraste com o antibiótico ionóforo monensina sódica, que é utilizado com frequência na dieta animal, principalmente na fase reprodutiva. Utilizaram-se 16 ovelhas múltiparas da raça Santa Inês, não lactantes e vazias, com peso corporal entre 45 e 50 Kg e escore de condição corporal (ECC) de 3,0 pontos, que foram submetidas a um protocolo de sincronização de cio e cobertas. O diagnóstico de gestação foi realizado por ultrassonografia, cerca de 30 dias após a cobertura, sendo registrados os tipos de gestação (simples ou gemelar). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. O experimento consistiu de um período de adaptação de dez dias, seguido de um período de 15 dias de tratamento. Os animais foram divididos aleatoriamente em quatro tratamentos: Tratamento Controle (TC) dieta controle; Tratamento flushing (TF) dieta controle com flushing; Tratamento flushing com monensina (TFM) dieta controle com flushing e 33mg/Kg de MS de monensina sódica; Tratamento flushing com própolis (TFP) dieta controle com flushing e 8 mL de solução alcoólica de própolis/animal/dia. O flushing adicionado à dieta controle consistiu em 300g/animal/dia de fubá de milho. Os animais foram alimentados às 7 e 16 horas, em cocho individual no aprisco. A ração concentrada (dieta controle), 300g/animal/dia, continha 23% de PB e 72% de NDT, formulada de acordo com o NRC (2007). A solução alcoólica de própolis foi obtida conforme técnica descrita por Stradiotti Jr. et al. (2004). Para determinação do perfil hematobioquímico foram realizadas análises sanguíneas em diferentes momentos (Jejum; 1, 2 e 3 horas após alimentação) dos teores séricos de uréia, albumina e proteínas totais. Os tratamentos não influenciaram no consumo de matéria seca (MS) e no tempo para manifestação do cio, tendo os valores séricos de uréia diferido entre os tratamentos nos momentos pós-alimentação. Os tratamentos FP e FM proporcionaram os menores valores médios de uréia sanguínea, possivelmente pela menor atividade específica de produção de amônia ruminal (AEPA). Houve influência do nível sanguíneo de uréia sobre o tipo de parto, sendo que os valores séricos de uréia nas ovelhas com gestação gemelar foram inferiores aos de animais com gestação simples. Os aditivos exerceram influência sobre os valores médios de metabólitos relacionados ao perfil protéico. Por tratar-se de substância natural, o uso da própolis como aditivo para ruminantes agregaria aos produtos o diferencial de qualidade, fortalecendo sua aceitação. Como agente antimicrobiano ruminal estaria, de forma indireta, reduzindo a poluição ambiental, através da redução das perdas por fermentação (amônia).

Palavras-chave: Ionóforos, componentes hematobioquímicos, flushing reprodutivo, gestação, reprodução de ovinos.



TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE PASSIVA PARA POTROS

Ingrid Bromerschenckel¹; Larissa Ferreira²; Fernanda Adami Ribeiro²; Laura Cerqueira Guimarães²; Márcio Nunes Cordeiro Costa¹; Lenir Cardoso Porfírio³; Carla Braga Martins³

¹ Mestrandos em Ciências Veterinárias - CCA/UFES guingaf1@hotmail.com

² Médicas Veterinárias autônomas

³ Docentes do Departamento de Medicina Veterinária - CCA/UFES

Ao nascimento os potros são considerados hipo ou agamaglobulinêmicos, devido ao tipo de placenta epiteliocorial difusa presente na espécie, que não permite a transferência de imunoglobulinas. É importante que o animal ingira o colostro logo após o nascimento, fase em que as imunoglobulinas são absorvidas pela mucosa intestinal. Este trabalho objetivou comparar as concentrações de imunoglobulinas e proteínas plasmáticas nos soros sanguíneos de éguas e potros através da eletroforese, avaliando a transferência de imunidade passiva para os potros. Foram utilizados 22 animais da raça Mangalarga Marchador, sendo 11 éguas com idade entre quatro e 20 anos e 11 potros neonatos pertencentes a criatório situado no município de Alegre, Espírito Santo. Amostras de sangue de éguas e potros foram colhidas através de venopunção da jugular nos momentos: 12, 24, 48 horas, sete e 30 dias após o parto. Realizou-se a dosagem de proteína total, albumina e frações $\alpha 1$, $\alpha 2$, β e γ das globulinas. A dosagem de proteína total foi realizada utilizando o teste colorimétrico da reação de biureto (Kit Bioclin), e analisadas através do método de eletroforese em fita de acetato de celulose (Cellologel 2,5x14cm), preconizada por Pereira, Tozetti e Fonseca (2006). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do programa computacional SAS (Statistical Analysis Systems) v.8.2. As comparações múltiplas das médias entre os grupos nos vários momentos foram realizadas utilizando o teste de Tukey considerando 5% de significância. A concentração média de globulinas no soro sanguíneo das éguas foi 4,77 g/100mL 12 horas, 4,74g/100mL 24 horas, 4,35g/100mL 48 horas, 4,73 g/100ml sete dias e 4,49 g/100mL 30 dias após o parto. A concentração no soro sanguíneo dos potros foi 3,11 g/100mL 12 horas, 3,88 g/100ml 24 horas, 3,76 g/100mL 48 horas, 3,25 g/100mL sete dias e 3,6 g/100mL 30 dias após o nascimento. Não houve alterações significativas nas concentrações de proteína total, albumina, globulina total e frações de $\alpha 1$, $\alpha 2$, β e γ tanto para as éguas como para os potros nos diferentes momentos estudados. Quanto aos potros estudados, houve aumento significativo nas concentrações de imunoglobulinas, principalmente na fração gama 12 horas após a ingestão do colostro, demonstrando que ocorreu transferência de imunidade passiva. Observou-se que as concentrações de proteína total permaneceram inferiores mesmo após a ingestão do colostro. Essa diferença entre éguas e potros permaneceu até os 30 dias de idade, podendo-se inferir que após mamar o colostro os potros não adquirem concentração de globulinas semelhantes às maternas, devido a diferenças fisiológicas como idade e memória imunológica desenvolvida ao longo da vida da égua. A transferência de imunidade passiva é de extrema importância para a sanidade do neonato equino, e condições adequadas de manejo alimentar e sanitário são necessários para a saúde da égua e de sua cria, gerando concentrações sanguíneas de imunoglobulinas adequadas e consequentemente a produção de colostro de qualidade.

Palavras-chave: equinos, eletroforese, imunoglobulinas, soro sanguíneo.



UTILIZAÇÃO DE KIT COMERCIAL PARA DIAGNÓSTICO DE LEISHMANIOSE VISCERAL EM CÃES SOROLOGICAMENTE POSITIVOS PARA LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA

Gabriela Porfírio-Passos¹, Paulo Marcos Amaral Silva², Márcio Paiva Barcellos¹, Marcos Santos Zanini¹

¹Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias - Universidade Federal do Espírito Santo.

²Graduação em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Espírito Santo.

Instituição Financiadora: FAPES, CAPES, UFES e CDV-CEMEVES.

Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) é causada por diversas espécies de protozoários da ordem Kinetoplastida, família Trypanosomatidae e gênero *Leishmania* que acometem pele e mucosas de humanos, várias espécies de animais silvestres e domésticos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). *Leishmania braziliensis* é responsável pela maioria dos casos de LTA no Brasil (BITTENCOURT et al., 1989). Com o aumento da taxa de transmissão da LTA no ambiente doméstico e o registro de altas taxas de infecção em cães, cresce a suspeita de que esses animais possam atuar como reservatórios de *Leishmania* sp. (REITHINGER et al., 1999). Os cães, assim como outras espécies de animais domésticos acometidos por LTA são considerados apenas como hospedeiros acidentais, e não tem papel bem definido na epidemiologia da doença (BRASIL, 2007), portanto, necessita-se de diagnóstico em cães, preciso e precoce para LTA. É de extrema importância para prevenção e controle das possíveis complicações da cronificação da doença, e assim, dar suporte aos órgãos epidemiológicos competentes a realizarem medidas necessárias para evitar a disseminação da enfermidade. O teste mais atual, em medicina veterinária no mercado nacional, o *kit* para Diagnóstico do Calazar Canino ELISA/S7[®] (BIOGENE), tem por base, um peptídeo recombinante, e permite a detecção de anticorpos na fase mais precoce da infecção. Não reagem, de forma cruzada, com os anticorpos gerados pelas vacinas (SANTOS et al., 2007). Objetivou-se com o presente trabalho a utilização de *kit* comercial recomendado no diagnóstico de Leishmaniose Visceral (LV) para indicar cães sorologicamente positivos para LTA, em área endêmica para a doença tegumentar, na região sul do Espírito Santo, ES. O projeto tem certificação do CEUA-UFES, sob o número 006/2009. Em área rural de município endêmico para LTA, sem nenhuma notificação para LV em humanos, foram testadas amostras séricas de 53 cães sorologicamente positivos para LTA, pela técnica de ELISA, adaptada conforme RIBEIRO et al. (2007). Destes, 41 indivíduos eram assintomáticos, e 12 exibiam algum tipo de sintomatologia clínica correspondente a Leishmaniose Tegumentar Americana. As amostras de soro de todos os animais foram testadas com o *kit* para Diagnóstico do Calazar Canino ELISA/S7[®] (BIOGENE[®]). Dos 41 animais assintomáticos e soropositivos para LTA, quatro (8%) foram soropositivos pelo *kit* comercial para LV. Para os 12 cães sintomáticos e soropositivos para LTA, quatro (33%) foram soropositivos com o *kit* comercial para LV, porém, em localidade onde não há relato de humanos com LV, somente com LTA. Com os dados obtidos, concluiu-se que, a utilização do *kit* para Diagnóstico do Calazar Canino ELISA/S7[®] pode apresentar reação cruzada para LTA, o que pode ser atribuído à tecnologia de um peptídeo recombinante empregado que confere maior especificidade e sensibilidade ao teste.

Palavras-chave: Antígeno recombinante, ELISA, LTA, LV, cães.



**VULNERABILIDADE PARA A OCORRÊNCIA DE FASCIULOSE HEPÁTICA
EM UMA ÁREA EXPERIMENTAL DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO, IFES - CAMPUS DE
ALEGRE, ES**

Deivid França Freitas¹, Isabella Vilhena Freire Martins¹, Viviane De Oliveira Tuler²,
Gleissy Mary Amaral Dino Alves Dos Santos³, Alexandre Rosa Dos Santos⁴

¹Programa de pós-graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo. Alto universitário s/n, caixa postal 16, Alegre, ES CEP 29500-000. Email: isabella@cca.ufes.br.

²Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Alegre, FAFIA.

³Programa de pós-graduação em Ciências Farmacêuticas do Centro Universitário de Vila Velha, UVV.

⁴Programa de pós-graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal do Espírito Santo.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG`s) têm se destacado como ferramentas importantes de geoprocessamento, principalmente nas análises que buscam interceptar dados ambientais e epidemiológicos. A observação de fatores que integram o ambiente e a epidemiologia do parasito e seu vetor contribuem de forma efetiva para a elaboração de instrumentos que permitem uma melhor caracterização, quantificação e exposição de resultados, facilitando a tomada de decisões nas ações de políticas de saúde públicas. Assim, um estudo de vulnerabilidade para fasciolose foi conduzido em uma área do Instituto Federal do Espírito Santo, IFES - Campus de Alegre. Para tal, foi gerado um Modelo Digital de Elevação (MDE) que utilizou interpoladores (IDW, TIN, Spline e Topo to Raster) obtido por meio do programa ArcGis 10. O mapa de declividade final demonstrou que as áreas estudadas estavam inseridas em locais que apresentaram índices baixos de declividade (1 e 2%) sendo classificadas como áreas de relevo plano à suavemente ondulado, o que pode conduzir a uma maior velocidade de escoamento de água e resultar em áreas constantemente alagadas, favorecendo a manutenção dos hospedeiros intermediários da fasciolose. Na análise da vulnerabilidade das áreas de coleta de moluscos, verificou-se que estes locais de coleta dos hospedeiros intermediários da fasciolose estavam localizados em áreas de altíssimo médio risco a altíssimo alto risco, com percentuais totais que variaram de 25 a 31% dessas áreas. Dessa forma, áreas de altíssimo-alto risco e de alto-médio risco delimitadas pelo estudo devem ser evitadas para o pastejo de animais, uma vez que estes locais são considerados áreas propensas ao desenvolvimento da fasciolose. Mesmo que o controle biológico dos moluscos ou a restrição dos animais seja realizado, evidenciou-se que áreas que apresentem características similares de uso da terra, topografia e declividade podem ser enquadradas na categoria de risco para a fasciolose hepática.

Palavras-chave: *Fasciola hepatica*; SIG; áreas de risco, epidemiologia.



BIODISPONIBILIDADE RELATIVA DE DIFERENTES FONTES DE FÓSFORO PARA CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA

Carlos Eduardo Lino Pinto¹, Mariana Quintino Do Nascimento¹, Leandro Félix Demuner¹,
Érica Bevitório Passinato², Felipe Barreto Petrucci¹, Júlio Francisco Valiati Marin¹, José
Geraldo De Vargas Junior³

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias - UFES, e-mail: caduzoo@hotmail.com

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – UESC, Ilhéus – BA

³ Prf. Adj. do Departamento de Zootecnia/UFES/CCA, Alegre-ES

A variação na disponibilidade biológica, em alimentos vegetais e suplementos comerciais são bastante grandes. Necessitando assim, estudos de determinação de disponibilidade biológica. Outra característica a ser considerada é a granulometria das fontes utilizadas, uma vez que em granulometrias maiores, há maior ação da moela, o que pode gerar uma liberação lenta e gradual do fósforo para a absorção no intestino delgado, quando comparado com fontes de fósforo de granulometria menor. As rações foram a base de milho e farelo de soja, sendo que a diferença entre as rações é a fonte de fósforo. Desta forma, a ração basal foi calculada deficiente em fósforo, e a esta foram adicionados fosfato bicálcico (granulometria fina ou grossa) e calcário, em substituição ao material inerte, de forma a obter três diferentes níveis de fósforo disponíveis (0,10; 0,20; 0,30%) para cada granulometria. Além disso, foram elaboradas outras duas rações utilizando como fonte de fósforo a farinha de carne e ossos 45% com objetivo de atingir dois diferentes níveis de fósforo disponível (0,20; 0,30%). Foram utilizadas 504 codornas japonesas produtoras de ovos de consumo distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com 7 tratamentos, 8 repetições e 9 aves por unidade experimental, onde os dados de biodisponibilidade foram avaliados por meio do Programa Sistema para Análises Estatísticas e Genética - SAEG, da Universidade Federal de Viçosa (1997) através de análise de variância e regressão linear múltipla. A biodisponibilidade mineral (%) obtida a partir da composição óssea de tíbias de codornas japonesas para cálcio ($Y = 17,4050 + 5,2832X^1 + 3,3561X^2 + 2,6996X^3$), fósforo ($Y = 7,5747 + 1,2847X^1 + 0,5962X^2 + 1,0958X^3$), magnésio ($Y = 0,2180 + 0,06742X^1 + 0,0383X^2 + 0,0520X^3$) e cinza ($Y = 51,4682 + 8,5297X^1 + 6,0933X^2 + 6,3850X^3$) foi 100 quando se considera o fosfato bicálcico grosso, uma vez que este é utilizado como parâmetro de avaliação. Para o fosfato bicálcico fino os valores encontrados foram, respectivamente, 63,52; 56,81; 46,41; 71,44. E, para a Farinha de Carne e Ossos 45% foram obtidos, respectivamente, 51,10; 77,1; 85,30; 74,86. Desta forma, os resultados encontrados para cálcio, utilizando o fosfato bicálcico, discordam de Sá et al. (2004), que encontraram 57,20% de disponibilidade relativa. Com relação ao fósforo na tibia o valor obtido, a partir de miligramas de cinzas, para o cálculo de biodisponibilidade relativa diverge de Cortelazzi (2006), que encontrou 79,40%. Com relação à farinha de carne e ossos 45%, os resultados diferem dos encontrados por Brugalli et al. (1999) que apresentaram, respectivamente, 91,74% para fósforo e 94,78% para cinza. Os valores de disponibilidade média obtidos para fosfato de granulometria grossa e fina e farinha de carne e ossos 45% foram de 100; 59,55 e 72,10% respectivamente.

Palavras-chave: codornas, fosforo, minerais.



NÍVEIS NUTRICIONAIS DE METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEL EM FUNÇÃO DA PROTEÍNA IDEAL PARA CODORNAS PRODUTORAS DE OVOS DE CONSUMO

Leandro Félix Demuner¹, Mariana Quintino Do Nascimento¹, Carlos Eduardo Lino Pinto¹,
Felipe Barreto Petrucci¹, Érica Bevitório Passinato², Júlio Francisco Valiati Marin¹, José
Geraldo De Vargas Junior³

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias – UFES, e-mail: leodemuner@yahoo.com

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – UESC, Ilhéus – BA.

³ Prf. Adj. do Departamento de Zootecnia/UFES/CCA, Alegre-ES

Atualmente a formulação de dietas é baseada no conceito de proteína ideal, que pode ser definido como balanço de aminoácidos capaz de prover sem excesso ou deficiência as necessidades de aminoácidos requeridos para manutenção e produção animal. A formulação de dietas com base no conceito de proteína ideal possibilita reduzir o teor protéico das rações, mantendo adequados os níveis de aminoácidos essenciais às exigências das aves e reduzir o impacto da produção animal sobre o meio ambiente por meio da redução da carga de nutrientes presentes nas excretas. Os animais iniciaram a fase experimental com 45 dias de idade, e foram submetidas aos tratamentos, durante um período de 84 dias, subdivididos em quatro períodos de 21 dias. Foram utilizadas, cinco rações, a base de milho e farelo de soja, contendo 2900 kcal EM/ kg de ração, 3,05% de cálcio e 0,28% de fósforo disponível. A diferença entre as rações foram os níveis de lisina, metionina+cistina e treonina utilizada). Depois de obtido o nível de M+C digestível, obteve-se os níveis de Lisina e Treonina, com base na relação Lis:M+C:Tre de 100:68:65. Os níveis M+C digestível, teve variação em 80, 90, 100, 110 e 120%, bem como a relação entre os aminoácidos, seguiu as recomendações de Silva (2009). As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, em cinco tratamentos, oito repetições e nove aves por unidade experimental, os dados de produção foram avaliados por meio do Programa Sistema para Análises Estatísticas e Genética - SAEG, da Universidade Federal de Viçosa (1997) através de análise de variância e modelos polinomiais. A conversão alimentar em kg de ração/dúzia de ovos não sofreu influência dos níveis de metionina+cistina digestível estudado ($P > 0,05$). O consumo de ração ($Y = -1,542 + 62,665X - 38,401X^2$), a taxa de postura ($Y = -36,334 + 321,239X - 203,172X^2$), a massa de ovos ($Y = -11,877 + 53,969X - 32,198X^2$), a conversão alimentar (g:g) ($Y = 5,926 - 8,983 + 5,481X^2$) apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$) tendo o ponto ótimo de 0,816; 0,790; 0,838 e 0,819%, respectivamente. Entretanto, foi observado que para a característica peso médio dos ovos, os níveis de M+C digestíveis não foram suficientes para a otimização do parâmetro, uma vez que apresentou resposta linear crescente. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que codornas japonesas, na fase inicial de postura, necessitam de 0,838% de M+C digestível, correspondendo a consumo de 201,16mg de M+C dig/ ave/ dia, para que haja maximização da postura.

Palavras-chave: codornas, cistina, metionina, ovos.

Realização



UFES

Apoio

FAPES

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESPÍRITO SANTO