

1. INTRODUÇÃO

Os problemas do sistema locomotor são considerados os que mais afetam o bem-estar e a saúde animal (Whay et al., 2003). Além disso, são uns dos que causam maiores perdas econômicas na indústria leiteira, junto com os problemas da glândula mamária e os de fertilidade (Hernandez et al., 2000), resultando em queda da produção leiteira (Sogstad et al., 2007), diminuição da fertilidade do rebanho (Sogstad et al., 2006) e aumento da taxa de descarte de animais (Booth et al., 2004).

A claudicação é a manifestação final resultante de várias condições adversas de diferentes origens. A maioria dessas condições está relacionada com alterações na formação do tecido córneo, na camada germinativa da epiderme (Kempson e Logue, 1993), sendo a principal causa, especialmente em vacas em lactação, a laminite (pododermatite asséptica difusa) (Greenough, 1991; Vermunt, 1994). Hendry et al. (1997) observaram que mais de 30% dos rebanhos leiteiros apresentam algum grau de insulto relacionado à laminite.

Laminite é um termo geral para condições em que as estruturas da derme, entre o osso podal e a epiderme queratinizada do casco, são lesionadas (Hendry et al., 1997; Mülling

e Lischer, 2002). Esse processo resulta na formação de um tecido córneo epitelial de pobre qualidade no casco. Esta pobre qualidade está associada com prejuízos no processo de queratinização, geralmente diminuindo ou parando completamente a síntese de queratina ou prejudicando suas ligações químicas, levando à desorganização macromolecular e redução da resistência mecânica do tecido córneo do casco (Hendry et al., 1997).

O processo de queratinização resulta da diferenciação celular, que transforma células vivas, altamente funcionais, em células mortas, estruturalmente estáveis e sem atividade metabólica (Mülling, 2000). A derme fornece os nutrientes necessários, assim como a exposição a hormônios, que modulam e controlam a diferenciação celular na epiderme, incluindo a formação da queratina. A formação de pele, pelos, cascos e chifres saudáveis em bovinos leiteiros depende desse processo de queratinização e morte programada (cornificação) das células epidermais (Fraser e MacRae, 1980). Porém, quando o suprimento nutricional é comprometido ou completamente interrompido na junção derme/epiderme ocorre a formação de tecido de qualidade inferior, que pode levar a um aumento da susceptibilidade a doenças,

resultando finalmente em claudicação (Mülling et al. 1999).

A qualidade dos cascos de vacas, que pode ser mensurada, principalmente por meio da observação da sua dureza, pode influenciar a probabilidade do animal adquirir lesões podais.

Entretanto, vários fatores afetam a qualidade dos cascos, sendo as condições ambientais em que os animais são criados um desses fatores. Os fatores ambientais que afetam a qualidade dos cascos incluem as alterações sazonais, o tipo de piso em que os animais se locomovem e a umidade a que esses cascos são submetidos (Huang e Shanks, 1995). A resistência do tecido córneo do casco às adversidades ambientais depende de sua dureza, porque a dureza influencia a taxa de desgaste e erosão do tecido córneo (Vermunt e Greenough, 1995).

Bovinos criados em confinamento que conseguem manter um balanço adequado entre crescimento e desgaste do estojo córneo são menos sujeitos a problemas de cascos, tais como úlcera de sola, doença da linha branca e pododermatite séptica (Manson e Leaver, 1988a).

Toussaint Raven (1989) identificou que o excesso de crescimento das unhas laterais

em animais confinados resulta em sobrecarga de peso em comparação com as outras unhas, sendo esse fator uma das mais importantes causas de doenças. Isso foi observado por Ferreira (2003), que 60% dos casos de claudicação foram resultantes de lesões nas unhas pélvicas laterais. Tranter e Morris (1992) avaliando vacas leiteiras criadas a pasto na Nova Zelândia sugeriram que o excesso de desgaste foi o principal responsável para a ocorrência de lesões podais.

Hahn et. al. (1986) observaram que o desgaste excessivo dos cascos nos animais criados em confinamento com piso de concreto abrasivo foi 35% superior a animais mantidos em pastagens. Tanto fatores nutricionais como ambientais podem afetar o crescimento e o desgaste dos cascos. Pobres condições ambientais, como excesso de umidade ou pisos muito abrasivos, aumentam o desgaste. Deficiências nutricionais podem resultar na formação de um tecido córneo mais frágil, que conseqüentemente se desgasta mais facilmente. A falta de aporte nutricional também diminui a taxa de crescimento. O tecido córneo do casco é composto de queratina dura, sendo que sua taxa de crescimento, sua resistência e sua durabilidade são afetadas por fatores

nutricionais (Gillespie, 1967, Fraser et al., 1972).

Clark e Rakes (1982) observaram que vacas suplementadas com metionina, mantidas em confinamento em piso de concreto, apresentaram maior crescimento dos cascos. Assim, o crescimento, a durabilidade e a resistência ao desgaste podem ser afetados por deficiências nutricionais, particularmente no início da lactação, quando a produção de leite se inicia e aumenta significativamente e o consumo alimentar está deprimido.

Hemorragias de sola ou linha branca podem ser causadas tanto por patologia primária do córium, como ocorre em quadros de laminite (Vermunt e Greenhough, 1994) ou por trauma na sola resultando em lesão vascular no córium (Toussaint Raven, 1989). As lesões traumáticas podem ser influenciadas tanto pela dieta como pelo ambiente a que as vacas são submetidas. Deficiências nutricionais afetam o crescimento ou a qualidade do tecido córneo dos cascos e quando estes são submetidos a condições adversas ambientais, aumentam o desgaste da sola e conseqüentemente reduzem sua espessura facilitando a ocorrência de traumas no córium subsolear. A identificação de fatores que afetam significativamente o crescimento e o

desgaste do tecido córneo do casco podem fornecer informações valiosas para o controle das afecções podais (Livesey e Laven, 2007).

A conformação anormal do casco pode ser considerada como um fator de risco ou um componente importante na patogenia das afecções podais (Toussaint Raven, 1989). Vários fatores como anatomia, genética, idade, peso corporal e características ambientais exercem influência sobre a conformação do casco (Mauchle, 2001; Casagrande, 2010).

Murphy e Hannan (1986) demonstraram que o tipo de piso alterou a forma do casco em bovinos, concluindo que houve aumento do desgaste, principalmente na área da pinça, isso resultou em aumento do ângulo do casco. Vermunt (1990) encontrou diferenças significativas nas mensurações dos cascos entre dois diferentes grupos de novilhas mantidas em pisos diferenciados. Nas novilhas mantidas ao ar livre em piso de terra o comprimento da pinça foi maior e as unhas laterais foram mais largas nos membros torácicos e nos membros pélvicos, enquanto a altura do talão foi maior nos membros torácicos. Estas novilhas apresentaram comprimento da muralha superior quando comparado com novilhas mantidas em confinamento coberto e piso de

concreto. A influência do tipo de superfície deste estudo provavelmente é um reflexo da taxa de desgaste, que é superior em pisos mais abrasivos.

Smit et al. (1986) não encontraram efeito do tipo de piso nas dimensões dos cascos em novilhas antes do parto, porém, houve efeito do tipo de piso sobre as dimensões dos cascos no período pós-parto. Estes autores também observaram que dietas ricas em concentrado foram associadas com talões mais altos e maiores comprimentos de muralha. Semelhantemente, um aumento do comprimento da muralha foi associado com dietas ricas em proteína (Manson e Leaver, 1988a), provavelmente devido a um aumento na taxa de crescimento córneo.

O período de transição de vacas leiteiras é o intervalo de tempo entre as três semanas pré-parto e as três semanas pós-parto. Esse período é caracterizado por intensas alterações endócrinas e diminuição da ingestão de alimento, quando a demanda de nutrientes para o desenvolvimento do feto e para a iminente lactogênese está aumentando (Grummer, 1995).

O início da produção de colostro e leite tem efeito direto no aumento da secreção de cálcio pela glândula mamária quando a mobilização óssea de cálcio das reservas é

ineficiente, resultando em hipocalcemia. A colostrogênese, a lactogênese, o aumento da demanda energética e a redução da ingestão de alimentos nesse momento podem resultar em balanço energético negativo, tendo o animal que utilizar as reservas corporais de energia estocada na forma de gordura, que quando muito intensa pode resultar em doenças metabólicas. As vacas no período de transição também apresentam imunossupressão e tem que lidar com mudanças súbitas de dieta que podem resultar em distúrbios digestivos. Em adição aos desequilíbrios metabólicos, endócrinos e imunes pelos quais as vacas no período de transição passam, elas também ficam submetidas a condições ambientais e nutricionais adversas resultantes das mudanças de manejo de vacas secas para o de vacas em lactação. Quando todos esses efeitos são somados aos esforços do parto não é de se surpreender que o período de maior risco para a ocorrência de doenças seja o período pós-parto imediato (Mulligan e Doherty, 2008).

O processo de formação do casco pode ser prejudicado por uma série de fatores, tais como deficiências nutricionais, alterações hormonais e distúrbios digestivos ou infecciosos que podem resultar em laminite e essas alterações ocorrem com maior intensidade no período peri-parto. O tecido

córneo formado nesse período pode ser menos resistente aos fatores ambientais e de manejo adversos a que os animais são submetidos no pós-parto, tais como excesso de concentrados, umidade excessiva, acúmulo de matéria orgânica, pisos abrasivos, forças mecânicas decorrentes do próprio processo de locomoção e a ação de agentes bacterianos.

Verificou-se a necessidade de se avaliar as alterações que ocorrem na formação e qualidade do casco nesse período. Portanto o objetivo da realização dessa pesquisa foi identificar entre estes diversos fatores predisponentes aqueles que são mais importantes na patogênese da fragilidade do tecido córneo, no intervalo entre o último mês de gestação e os três primeiros meses de lactação, momento este em que são observadas maiores ocorrências de lesões podais e claudicação.

HIPÓTESE

O período peri-parto influencia a qualidade dos cascos e predispõe à ocorrência de lesões nos meses iniciais de lactação

OBJETIVOS GERAIS

Correlacionar as alterações no perfil mineral e metabólico peri-parto com a qualidade dos cascos nos três primeiros meses de lactação

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar as alterações de conformação dos cascos de vacas leiteiras entre os 30 dias pré-parto e os 90 dias de lactação

Avaliar as alterações de dureza e resistência dos cascos de vacas leiteiras entre os 30 dias pré-parto e os 90 dias de lactação

Avaliar as alterações de crescimento e desgaste dos cascos de vacas leiteiras entre os 30 dias pré-parto e os 90 dias de lactação

Avaliar a ocorrência de alterações no perfil metabólico e mineral de vacas leiteiras no período pós-parto

Observar as flutuações da ocorrência de lesões podais de vacas leiteiras entre os 30 dias pré-parto e os 90 dias de lactação

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 LAMINITE E LESÕES PODAIS

2.1.1 Laminite

Laminite é uma inflamação asséptica das camadas dérmicas do interior do casco, sendo conhecida também como pododermatite asséptica difusa. Essa síndrome é de origem multifatorial. Fatores nutricionais são identificados como componentes chaves no desenvolvimento da laminite, particularmente dietas com grandes quantidades de carboidratos fermentáveis, resultando em acidose rumenal. Doenças infecciosas, tais como mastite, metrite e flegmão interdigital também podem resultar no aparecimento da laminite. Aspectos ambientais, tais como pisos com superfícies duras e camas desconfortáveis que fazem com que os animais fiquem muito tempo em pé podem resultar em danos mecânicos e inflamação do córium (Nocek, 1997).

Na laminite em suas formas aguda e subaguda, além da inflamação asséptica das lâminas do córium, há a manifestação sistêmica da doença com manifestações de dor nos cascos e modificações de postura. Na laminite crônica há deformação do casco com aspecto ondulado devido ao crescimento irregular (Vermunt e

Greenough, 1994). A laminite subclínica não apresenta sintomas aparentes no animal, mas leva a alterações hemodinâmicas nos vasos do casco dificultando a oxigenação e a nutrição do córium, resultando na formação de um tecido córneo de baixa qualidade mais predisposto ao desgaste, traumatismos e infecções bacterianas (Shearer e Van Amstel, 1997).

A laminite resulta em várias lesões em decorrência da produção de um tecido córneo de má qualidade, tais como a hemorragias de sola e linha branca, úlceras de sola, doença da linha branca, erosão de talão, abscessos de sola e fissuras horizontais (Hoblet e Weiss, 2001).

2.1.2 Úlcera de sola

A úlcera de sola é descrita como uma perda circunscrita de tecido córneo da sola com exposição do córium. Essa lesão é uma das mais debilitantes causas de claudicação. A laminite predispõe ao aparecimento de úlceras de sola. A formação de um tecido córneo de baixa qualidade associado ao deslocamento da terceira falange e a deformação do casco podem vir a lesionar o córium resultando na lesão. A deformação do casco com um menor desgaste da pinça e da muralha abaxial predispõe os dígitos laterais pélvicos ao aparecimento dessa lesão

(Shearer, 1998). A lesão é encontrada principalmente no ponto abaixo da tuberosidade flexora da terceira falange, sendo este local denominado de ponto típico de aparecimento da úlcera de sola (Hoblet e Weiss, 2001).

2.1.3 Doença da linha branca

A doença da linha branca é caracterizada pela desintegração da linha branca e separação entre a região da muralha, casco e a sola. Pode haver a penetração de bactérias formando abscessos. A linha branca é a parte mais macia do casco, onde as lesões no córium, provenientes de laminite, são mais severas (Shearer, 1998). A unha lateral dos membros pélvicos está usualmente envolvida, pois recebe um impacto de peso maior favorecendo a abertura da linha branca. É a complicação mais comum associada à laminite subclínica (Greenough, 2007).

2.1.4 Úlcera de pinça

Úlceras de pinça resultam da rotação da terceira falange no interior do casco. Ocorrem em casos de laminite subclínica como resultado de fibras de colágeno do aparelho suspensório do dígito mais frouxas, resultando na instabilidade e rotação da falange no interior do casco. Longos

períodos em pé aceleram esse processo (Greenough, 2007).

2.1.5 Dupla sola

É consequência da interrupção da formação de tecido córneo com posterior restauração da formação do mesmo. Ocorre devido a hemorragias na junção derme-epiderme, que aumentam a pressão nesse local produzindo a separação entre a sola e o córium, formando uma cavidade (Hoblet e Weiss, 2001).

2.1.6 Erosão de talão

O agente causador da erosão de talão é, principalmente, o *Dichelobacter nodosus*, que produz proteases com ação de destruição dos tecidos córneos. Ocorre perda irregular do tecido córneo do talão formando fissuras em sua região axial. Ambientes com acúmulo de matéria orgânica e umidade favorecem o aparecimento da lesão (Baggott e Russel, 1981; Shearer et al., 1999). A laminite subclínica pode estar indiretamente envolvida resultando em um tecido córneo de qualidade inferior que fica mais susceptível a infecções bacterianas (Hoblet e Weiss, 2001).

2.1.7 Flegmão interdigital

O flegmão interdigital é uma inflamação aguda e difusa da derme do espaço interdigital causada pelo *Fusobacterium necrophorum*, que pode penetrar por meio de lesões no espaço interdigital (Greenough e Weaver, 1997). É caracterizado por hiperemia local, edema difuso, aumento de volume e dor acentuada levando manqueira grave (Shearer et al., 1999). Se não tratada no início uma sequela comum é a artrite séptica digital. Os animais frequentemente apresentam aumento de temperatura corporal, diminuição da ingestão de alimento e diminuição da produção leiteira (Hoblet e Weiss, 2001).

2.1.8 Dermatite digital

A dermatite digital por definição é uma inflamação aguda da pele do dígito. Ela pode aparecer no espaço interdigital dorsal ou palmar/plantar entre os talões. A severidade das lesões pode levar o animal a claudicar e andar nas pinças do casco. As lesões iniciais são caracteristicamente discretas, circular a oval, com 0,5 a 1 cm de diâmetro, com perda de pelos, úmida, vermelha ou amarelada, sangra facilmente e são muito sensíveis à pressão (Greenough, 2007). As principais bactérias encontradas são as espiroquetas, principalmente as do

gênero *Treponema* (Shearer e Van Amstel, 2006). As lesões são mais encontradas nos membros pélvicos do animal. Hipertrofia de pelos normalmente acontece nas bordas das lesões e pode também haver a formação de papilas filiformes com uma superfície granular (Hoblet e Weiss, 2001).

2.1.9 Dermatite interdigital

O principal agente envolvido é o *Dichelobacter nodosus*. Essa doença tem sido associada frequentemente à erosão de talão em instalações com problemas de higiene e excesso de umidade (Shearer et al., 1999; Hoblet e Weiss, 2001). É caracterizada por uma inflamação da epiderme do espaço interdigital sem acometimento dos tecidos mais profundos (Berry, 2001).

2.1.10 Hiperplasia interdigital

Consiste em um crescimento proliferativo da pele interdigital podendo ocupar parte ou todo o espaço interdigital. O grau de claudicação varia com o tamanho e com o grau de contaminação secundária. Em alguns casos nem chega a afetar o andar do animal (Baggott e Russel, 1981; Hoblet e Weiss, 2001). A lesão é resultado da irritação crônica do espaço interdigital, que pode ser causada por inadequadas condições

higiênicas, abertura aumentada do espaço interdigital devido ao supercrescimento dos cascos, pobre conformação dos cascos e superfícies de piso muito lisas (Hoblet e Weiss, 2001).

2.2 EPIDEMIOLOGIA DAS LESÕES PODAIS

2.2.1 Prevalências de lesões podais

Tem-se observado um aumento da prevalência de lesões podais em vários países, como resultado das práticas de manejo e de nutrição atuais. Essas altas prevalências causam perdas expressivas no que diz respeito à produção e bem estar animal. Vários estudos foram realizados no intuito de diagnosticar a situação desses problemas e identificar os fatores predisponentes. A prevalência de aparecimento de lesões é caracterizada pela porcentagem de animais portadores de determinada lesão em um momento específico (Choquette-Lévy et al., 1985).

No Canadá, foram examinadas 225 vacas, em sua maioria da raça Holandês atendidas pelo serviço ambulatorio da faculdade de medicina veterinária da Universidade de Montreal de novembro de 1979 a outubro de 1980. Foram encontradas 245 lesões em 113 animais, sendo 48,57% de úlceras de sola,

11,84% de doença da linha branca, 11,84% de erosão de talão, 8,57% de pododermatite traumática e 7,35% de flegmão interdigital. Dos casos observados 62% ocorreram durante o período em que os animais ficaram no pasto (maio a setembro) e somente 38% dos casos foram diagnosticados no período de estabulação. Úlcera de sola, erosão de talão e doença da linha branca ocorreram com maior frequência em animais entre dois e cinco anos. Mais da metade dos animais com úlcera de sola (60%) e erosão de talão (57%) tinha entre cinco e oito anos. Sessenta e sete por cento dos animais com doença da linha branca tinham de sete a oito anos de idade. Nesse experimento, 66% das lesões apareceram nos três primeiros meses após o parto com um pico de incidência no primeiro mês pós-parto (42,5%). Úlceras de sola foram mais frequentes nos dois primeiros meses de lactação (68% dos casos). Doença da linha branca e erosão de talão foram mais frequentes durante os dois primeiros meses de lactação com 44% dos casos nesse período. Noventa e cinco por cento dos casos as úlceras de sola ocorreram nos membros pélvicos e em 80,7% dos casos os dígitos laterais foram afetados. Doença da linha branca foi encontrada com maior frequência nas unhas laterais (73%) e em 83,8% dos casos na região abaxial dos cascos (Choquette-Lévy et al., 1985).

Em 2121 vacas puras e mestiças da raça Holandês mantidas em “free-stall” na Holanda foram encontradas prevalências de 81,3% de dermatite interdigital, 17,6% de dermatite digital, 0,4% de flegmão interdigital, 4,5% de laminite, 5,5% de úlceras de sola, 7,6% de doença da linha branca e 4,9% de sola dupla (Smits et al., 1992).

A prevalência de lesões associadas à laminite subclínica em novilhas da raça Holandês em estágio avançado de gestação e vacas de primeira lactação de alta produção foi avaliada em 13 rebanhos no ano de 1992, perfazendo um total de 203 animais, sendo 173 vacas e 30 novilhas. Os animais estavam entre 60 dias pré-parto e 100 dias pós-parto. Em todas as fazendas os animais eram mantidos em “free-stall” em piso de concreto. Do total das vacas, 44 haviam parido até 30 dias, 54 haviam parido entre 31 a 60 dias e 55 estavam com 61 e 100 pós-parto. Em 100% das fazendas os animais apresentaram hemorragias de sola, doença da linha branca e erosão de talão e 84,6% das fazendas apresentaram casos de sola amarelada. As prevalências de animais acometidos foram 62,1% de hemorragias de sola, 59,1% de sola amarelada, 27,1% de erosão de talão e 15,8% de doença da linha branca. As lesões erosão de talão e doença da linha branca aumentaram sua prevalência

com o aumento do número dias em lactação, sendo esse aumento mais expressivo após os 30 dias de lactação. As vacas nos primeiros 30 dias de lactação apresentaram o pico de ocorrência de sola amarelada, declinando nos animais com mais de 30 dias em lactação. Os animais do pré-parto e os com mais de 60 dias de lactação foram mais acometidos por hemorragias de sola. As hemorragias de sola foram mais frequentes nas unhas laterais dos membros pélvicos, atingindo 48,8% dos animais avaliados (Smilie et al., 1996).

Somers et al. (2005) estudaram ao desenvolvimento das lesões em vacas da raça Holandês de 12 fazendas com quatro tipos de pisos diferentes após casqueamento. Três fazendas tinham piso de concreto sólido, três com piso de concreto com fendas, três com piso de concreto com ranhuras e três com piso de palha. A coleta dos dados começou em outubro de 2002 e foi realizada mensalmente até março de 2003. Todos os animais foram casqueados dois meses antes do início do experimento. As lesões avaliadas nos membros pélvicos foram dermatite interdigital e erosão de talão associadas e a dermatite digital. A dermatite interdigital e erosão de talão não foram influenciadas pelo tipo de piso, mas mostraram uma correlação com o passar do tempo após o casqueamento, sendo que duas

semanas após o casqueamento a maioria dos cascos (57%) não apresentava lesões ou apresentavam lesões leves (37%). Nas semanas seis e 10 após o casqueamento as lesões leves permaneceram com o mesmo valor, mas a proporção de animais sem lesões caiu para 14 e 3% nas semanas seis e dez, respectivamente. Duas semanas após o casqueamento apenas 6% das lesões apresentavam lesões moderadas a graves, mas nas semanas seis e dez esses valores atingiram quase 40 e 60 %, respectivamente. Com 18 semanas as lesões graves já representavam metade das lesões. A dermatite digital tendeu a ser influenciada pelo tipo de piso, sendo que vacas em pisos de palha apresentaram escores mais baixos de lesões enquanto vacas sob concreto com fendas apresentaram menor ocorrência de lesões que os animais mantidos em pisos de concreto sólido ou concreto com ranhuras. O tempo de casqueamento não influenciou a ocorrência de dermatite digital.

Mohamadnia (2008) no Iran, avaliou 9.580 vacas de 10 diferentes fazendas sob sistema intensivo de criação em “free-stall”. Nessas fazendas o casqueamento era feito regularmente entre 100 e 120 dias após o parto, antes da secagem e em animais claudicantes. Ele encontrou prevalências de 34,71% para a dermatite digital, 23,11% para úlcera de sola, 16,29% para doença da

linha branca, 12,2% para erosão de talão, 7,39% de dupla sola e 6,27% de flegmão interdigital.

Molina et al. (1999) avaliaram 469 vacas em lactação, de 10 fazendas da bacia leiteira de Belo Horizonte, criadas em regime de confinamento. Nessas fazendas o piso das instalações era cimentado e a limpeza feita por raspagem. Do total de vacas avaliadas 142 (30,28%) apresentaram pelo menos uma lesão. As ocorrências das diferentes lesões nos animais foram de 48,5% de erosão da camada córnea, 13,48% de dermatite interdigital, 9,55% de pododermatite séptica, 5,99% de deformação da unha, 5,62% de hiperplasia interdigital, 5,24% de dermatite verrucosa, 4,87% de pododermatite circunscrita, 2,62% de fissura na unha e pododermatite asséptica difusa e 0,75% de dermatite digital e flegmão digital.

Mauchle (2001) avaliou a frequência de lesões podais em duas fazendas leiteiras do estado de Minas Gerais com sistema de criação semi-intensivo em dois períodos distintos do ano de 2000: após o período de chuvas (etapa um) e após o período de secas (etapa dois). Na fazenda Modelo, localizada no município de Pedro Leopoldo foram avaliados na primeira etapa 85 vacas e na segunda etapa 86 vacas. Os animais avaliados nessa fazenda eram puros da raça

Holandês, mestiços 3/4 Holandês/Gir e mestiços com graus de sangue variando de 3/4 a 7/8 Holandês/Jersey. A fazenda apresentava trilhas com presença de cascalho. Não era realizado casqueamento preventivo nem o uso de pedilúvios e os animais claudicantes eram tratados. As frequências de aparecimento de lesões na fazenda Modelo na etapa um do estudo foram as seguintes: 88,24% de erosão de talão, 70,59% de hemorragia de sola, 4,71% de doença da linha branca, 3,53% de sola dupla, 12,94% de casco em tesoura, 54,12% de dermatite interdigital, 8,24% de hiperplasia interdigital, 2,35% de dermatite digital, 17,65% de lesões traumáticas e 0% de infestação por *Tunga penetrans*. Na etapa dois, nessa mesma fazenda, foram observados 62,79% de erosão de talão, 27,91% de hemorragia de sola, 2,33% de doença da linha branca, 1,16% de sola dupla, 10,47% de casco em tesoura, 43,02% de dermatite interdigital, 10,47% de hiperplasia interdigital, 0% de dermatite digital, 15,12% de lesões traumáticas e 10,47% de infestação por *Tunga penetrans*.

Na fazenda Experimental, também avaliada por Mauchle (2001), localizada no município de Igarapé, foram avaliados os cascos de 55 vacas e 40 novilhas na primeira etapa (após o período das chuvas) e 65 vacas e 16 novilhas na segunda etapa (após o

período das secas). Os animais eram mestiços Holandês/Gir com graus de sangue variando de 17/32 a 31/32. Durante o período chuvoso os animais desta fazenda eram mantidos em piquetes rotacionados. No período de secas as vacas permaneciam no curral das seis horas às 17 horas e após esse período eram soltas nos piquetes. Nesse período todas as vacas e novilhas passaram a receber silagem de milho à vontade. As trilhas por onde os animais passavam nessa fazenda era livre de pedregulhos. O piso do curral era de cimento ligeiramente áspero. As vacas passavam em pedilúvio três vezes por semana durante o período das chuvas e duas vezes por semana durante o período das secas e não era realizado casqueamento preventivo nessa fazenda.

As frequências de aparecimento de lesões nas vacas, na etapa um do estudo foram as seguintes: 25,45% de erosão de talão, 56,36% de hemorragia de sola, 20% de doença da linha branca, 1,82% de sola dupla, 16,36% de casco em tesoura, 3,64% de dermatite interdigital, 10,91% de hiperplasia interdigital, 29,09% de dermatite digital e 27,27% de lesões traumáticas. Na etapa dois, as ocorrências de lesões foram 86,15% de erosão de talão, 53,5% de hemorragia de sola, 4,62% de doença da linha branca, 4,62% de sola dupla, 12,31% de casco em tesoura, 50,77% de dermatite

interdigital, 16,92% de hiperplasia interdigital, 12,31% de dermatite digital e 7,69% de lesões traumáticas (Mauchle, 2001).

Nas novilhas da etapa um, a ocorrência de lesões podais foi de 30% de erosão de talão, 90% de hemorragia de sola, 47,5% de doença da linha branca, 0% de sola dupla, 7,5% de casco em tesoura, 7,5% de dermatite interdigital, 2,5% de hiperplasia interdigital, 10% de dermatite digital e 5% de lesões traumáticas. Na etapa dois foram observados 50% de erosão de talão, 12,5% de hemorragia de sola, 0% de doença da linha branca, sola dupla e casco em tesoura, 18,75% de dermatite interdigital, 6,25% de hiperplasia interdigital, 0% de dermatite digital e 18,75% de lesões traumáticas (Mauchle, 2001).

Souza (2002) avaliou a ocorrência de lesões podais em 63 fazendas de atividade leiteira de março a junho de 2001. Foram avaliados 323 animais, sendo 70% 1/2 sangue Holandês/Zebu, 23% 3/4 Holandês/Zebu e 7% de animais holandeses puros. 90,48% (57/63) das propriedades visitadas usavam o sistema de criação semi-intensivo, em que os animais ficavam durante o período diurno confinados recebendo alimentação no cocho e outro período nas pastagens. As demais propriedades que perfizeram 9,52% (6/63)

foram caracterizadas como sistema intensivo (“free-stall”). O casqueamento preventivo era realizado em 50% das propriedades intensivas e em apenas 1,75% das propriedades semi-intensivas. Pedilúvios foram utilizados em todas as propriedades intensivas e em 26,32% das semi-intensivas. O piso das instalações de 31,74% das fazendas de sistema semi-intensivo era de terra e de 68,26 eram mesclados com áreas de terra e áreas cimentadas. 83,34% das fazendas intensivas apresentavam pisos de cimento e o restante (16,66%) apresentavam áreas mescladas de terra e cimento. Cem por cento das propriedades apresentavam animais com enfermidades podais, independentemente da severidade. Nas fazendas de sistema semi-intensivo a prevalência de animais com lesões foi de 89,4% enquanto no sistema intensivo foi de 92,7%.

As prevalências das diferentes lesões, nas fazendas de sistema semi-intensivo foram 61,3% de erosão de talão, 28,4% de dermatite digital, 25,2% de casco em tesoura, 17% de doença da linha branca, 14,9% de estrias horizontais, 13,1% de dermatite interdigital, 11,3% de hemorragias de sola, 6,7% de úlcera de sola, 6% de hiperplasia interdigital, 4,3% de sola dupla, 3,9% de casco em saca rolha, 3,5% de flegmão interdigital, 3,2% de hemorragia de

muralha, 2,8% de infestação por *Tunga penetrans* e 1,4% de úlcera de pinça. Nas fazendas de sistema intensivo as prevalências das diferentes lesões foram 48,8% de erosão de talão, 43,9% de dermatite digital, 17,1% de casco em tesoura, 12,2% de doença da linha branca, 19,5% de estrias horizontais, 24,4% de dermatite interdigital, 9,8% de hemorragias de sola, 9,8% de úlcera de sola, 4,9% de hiperplasia interdigital, 2,4% de sola dupla, 0% de casco em saca rolha, 2,4% de flegmão interdigital, 32,4% de hemorragia de muralha, 0% de infestação por *Tunga penetrans* e 2,4% de úlcera de pinça. A dermatite digital foi significativamente mais prevalente nas fazendas com sistema de criação intensivo (Souza, 2002).

Ferreira (2003) avaliou as afecções podais de 117 vacas da raça Holandês em lactação, confinadas em sistema de “free-stall”, em Pedro Leopoldo – MG. O levantamento foi realizado no mês de janeiro de 2001, com animais de 2,5 a 10 anos de idade e entre a 1ª e a 6ª lactações, com uma produção média de 8.000 kg de leite por lactação. Os animais eram alimentados três vezes ao dia com silagem de milho e concentrado na proporção de 1 kg para cada 3 kg de leite produzidos. Para serem ordenhados os animais caminhavam 100m em piso concretado. O uso de pedilúvio era feito de

três a quatro vezes por semana. A limpeza das instalações era feita diariamente por raspagem da matéria orgânica. Todos os animais avaliados nessa fazenda apresentaram pelo menos um tipo de lesão, mesmo que sendo de baixa severidade. As prevalências de lesões individuais encontradas foram as seguintes: 93% de erosão de talão, 73% de doença da linha branca, 70% de hemorragias de sola, 44% de dermatite digital, 31% de estrias horizontais, 30% de casco em tesoura, 26% de dermatite interdigital, 14% de abscesso de sola, 10% de hiperplasia interdigital, 5% de úlcera de sola, 5% de fendas na muralha e 4% de casco em saca-rolha.

Silva et al. (2004), entre 1997 e 2002, examinaram 5.300 vacas de 80 propriedades leiteiras no estado de Goiás. Do total de propriedades avaliadas, 31,25% utilizavam sistema de criação intensivo e 68,75% o sistema de criação semi-intensivo. Os animais sob regime semi-intensivo eram criados a pasto na época das chuvas e na seca eram confinados recebendo silagem de milho, sorgo, concentrado ou cana de açúcar com ureia. Os animais que eram mantidos em sistema de confinamento permanente recebiam silagem de milho e concentrado. Do total de animais avaliados 440 apresentaram pelo menos alguma lesão podal, ou seja, 8,3% dos animais. As

enfermidades podais mais encontradas nesses animais foram dermatite digital (162 casos – 3,06%), pododermatite necrosante (145 casos) e pododermatite interdigital vegetativa (33 casos).

Ribeiro (2005) fez um levantamento das lesões mais frequentes em vacas em lactação de uma fazenda leiteira situada no município de Flexilândia – MG em dois momentos distintos. No período das secas foram avaliadas 130 vacas 1/2 sangue Holandês/Zebu, sendo 70 vacas de primeira lactação, 30 de duas lactações e 30 de três ou mais lactações. No período chuvoso foram avaliadas 104 vacas, sendo 32 vacas de primeira lactação, 37 de duas lactações e 35 de três ou mais lactações. Os animais eram ordenhados duas vezes ao dia e recebiam concentrado durante a ordenha. O piso dos piquetes de confinamento utilizados na época das secas era de terra batida e ficava a uma distância de 500 m da sala de ordenha. Os animais recebiam silagem de milho nesse período. Na época das chuvas os animais permaneciam em piquetes com pastagem que ficavam a uma distância de 1400 m da sala de ordenha.

Houve casos de casco em tesoura, coronite parasitária (*Tunga penetrans*), erosão de talão, hemorragias de sola e estrias horizontais nesta fazenda, porém não foram

encontrados casos de claudicação. As alterações de casco em tesoura apresentaram uma alta ocorrência em ambos os períodos. Os resultados das prevalências de animais acometidos, no período das secas, foram 81,26% nos membros torácicos e 44,94% nos pélvicos das vacas de 1ª lactação, 92,41% nos membros torácicos e 43,75% nos pélvicos nas de 2ª lactação e 93,33% nos torácicos e 60% nos pélvicos nas de três ou mais lactações. No período das chuvas as prevalências foram 82,43% nos membros torácicos e 45% nos pélvicos das vacas de 1ª lactação, 91,67% nos membros torácicos e 47,30% nos pélvicos nas de 2ª lactação e 90,28% nos torácicos e 56,95% nos pélvicos nas vacas de três ou mais lactações. Casco em tesoura foi mais prevalente nos membros torácicos em todos os períodos e categorias estudadas. Nos dois períodos estudados, nos membros torácicos, os animais com duas ou mais lactações foram mais afetados. Nos membros pélvicos, também nos dois períodos, os animais com três ou mais lactações apresentaram uma maior frequência de lesões (Ribeiro, 2005).

A coronite parasitária foi identificada somente durante o período seco. Nesse período, as prevalências de animais afetados foram as seguintes: 90,51% nos membros torácicos e 96,87% nos pélvicos das vacas de 1ª lactação, 95,31% nos membros

torácicos e 100% nos pélvicos nas de 2ª lactação e 100% nos membros torácicos e pélvicos nas vacas de três ou mais lactações. Os animais com até duas lactações foram menos infestados nos membros torácicos. As frequências de erosão de talão foram, no período das secas, 48,74% nos membros torácicos e 50,63% nos pélvicos das vacas de 1ª lactação, 75% nos membros torácicos e 73,44% nos pélvicos nas de 2ª lactação e 89,34% nos torácicos e 96,60% nos pélvicos nas vacas de três ou mais lactações. No período das chuvas as prevalências foram 20,83% nos membros torácicos e 23,43% nos pélvicos das vacas de 1ª lactação, 29,73% nos membros torácicos e 29,34% nos pélvicos nas de 2ª lactação e 33,33% nos torácicos e 30,47% nos pélvicos nas vacas de três ou mais lactações. A erosão de talão não apresentou diferenças na ocorrência entre os membros torácicos e pélvicos em todos os períodos e categorias estudadas. No período da seca, a frequência de erosão de talão foi aumentando com o aumento do número de lactações dos animais, enquanto no período das chuvas a frequência foi baixa e constante nas categorias estudadas. No período das secas houve uma ocorrência muito superior de erosão de talão (Ribeiro, 2005).

As frequências de hemorragias de sola foram, no período das secas, de 3,17% nos

membros torácicos e 10,76% nos pélvicos das vacas de 1ª lactação, 4,69% nos membros torácicos e 9,38% nos pélvicos nas vacas de 2ª lactação e 1,67% nos torácicos e 10% nos pélvicos nas vacas de três ou mais lactações. No período das chuvas as prevalências foram de 1,67% nos membros torácicos e 6,67% nos pélvicos das vacas de 1ª lactação, 3,33% nos membros torácicos e 12,76% nos pélvicos nas vacas de 2ª lactação e 2,78% nos torácicos e 16,67% nos pélvicos nas vacas de três ou mais lactações. As hemorragias de sola apresentaram uma baixa frequência nos animais avaliados. Não houve diferenças na frequência de lesões nos diferentes períodos e categorias estudadas. Os membros pélvicos, no entanto, foram mais acometidos que os torácicos. As estrias horizontais acometeram 84,32% dos cascos e não houve diferenças entre as diferentes unhas (Ribeiro, 2005).

Hemorragias no tecido córneo da sola e linha branca são encontradas com maior frequência no período pós-parto (Offer et al., 2000), que é em parte diretamente relacionado com mudanças metabólicas e hormonais no período peri-parto (Tarlton et al., 2002) e também mudanças posturais (Chapinal et al., 2009).

Winkler e Margerison (2012) atribuíam escores para os casos de hemorragias de sola

encontradas aos 30, 60, 160 e 270 dias de lactação e determinaram um escore total de lesões para cada período destes. Os menores escores de hemorragias de sola foram encontrados aos 30 e 270 dias de lactação e mais altos aos 60 e 160 dias de lactação.

O pico de ocorrência de hemorragias de sola foi seis semanas após o parto e o de hemorragias de linha branca foi 12 semanas após o parto, sugerindo que os fatores responsáveis pela ocorrência de hemorragias de sola estão mais ativos no pré e pós-parto imediatos (Livesey e Laven, 2007).

2.2.2 Incidências e prevalências de claudicação

A incidência de uma determinada doença ou de claudicação é a porcentagem de casos que acontecem no período de um ano em relação ao número total de animais. Os valores encontrados na maioria dos estudos trazem valores altos, mostrando a importância da prevenção dos problemas do sistema locomotor. Na Inglaterra, foi observada durante o ano de 1977, por meio de dados coletados por veterinários de campo, uma incidência média de 5,5% de casos de claudicação em um ano, com variações entre 1,85 e 11,8% entre as fazendas. Foram analisados 7.526 casos de claudicação, sendo que 88,3% desses casos eram

causados por lesões nos cascos. As lesões mais frequentes, que levaram a claudicação dos animais foram flegmão interdigital (16,7%), doença da linha branca (15,6%), úlcera de sola (13,6%), abscesso de sola (10,4%) e erosão de talão (8,7%). Os restantes 11,7% das lesões ocorreram nas pernas, sendo que desse total 70 % ocorreram nos membros pélvicos (Russel et al., 1982).

Clarkson et al. (1996) estudaram a incidência e a prevalência de claudicação em 37 fazendas de quatro diferentes regiões da Inglaterra. Eles avaliaram um total de 4.230 vacas entre maio de 1989 e setembro de 1991. A incidência de claudicação foi de 54,6%, com incidências nas fazendas variando de 10,7% a 170,1%. A média de incidência no verão foi de 22,9% e no inverno foi de 31,7%. Do total de lesões que levaram a claudicação 36% foram úlceras de sola, 22% doença da linha branca, 8% dermatite digital, 5% flegmão interdigital, 5% hiperplasia interdigital e 5% penetração de corpo estranho. Nas quatro regiões avaliadas as lesões mais comuns foram a úlcera de sola e a doença da linha branca. A prevalência de claudicação nas diferentes fazendas variou de 2% a 53,9%, tendo como média geral uma prevalência de 20,6%.

Espejo et al. (2006) avaliaram a prevalência de claudicação em 5.626 vacas da raça Holandês de alta produção leiteira de 50 fazendas sob sistema de confinamento (“free-stall”) em Minnesota – Estados Unidos, durante o período do verão (julho a outubro de 2004). A média de produção dos animais avaliados foi de 37,6 kg/dia. Os autores utilizaram escores de um a cinco para identificar os animais claudicantes, sendo estes os que apresentaram escores maiores ou igual a três. A média de prevalência de claudicação encontrada foi de 24,66%, com valores variando, entre as fazendas, de 3,3 a 57,3%. As menores prevalências foram encontradas em animais de primeira lactação enquanto as vacas com seis ou mais lactações apresentaram os maiores índices, sendo esse grupo responsável por metade dos casos de claudicação. A condição corporal dos animais foi associada com a prevalência de claudicação, sendo que os animais com escores corporais abaixo de 2,5 apresentaram maior prevalência de claudicação (42,57%) que os animais com escores entre 2,75 e 3,5 (22,05%) e maiores que 3,75 (19,68%).

Fjeldaas et al. (2006) avaliaram a prevalência de lesões e de claudicação, a forma anormal do casco (casco em saca-rolha), a ocorrência de claudicação em

relação à rotina de casqueamento e o tipo de piso utilizado em animais confinados em “tie-stall” e “free-stall”. As prevalências de claudicação nesse estudo foram 0,7% nos animais mantidos em “tie-stall” com casqueamento rotineiro e 0,7% nos animais sem rotina de casqueamento, enquanto nos animais mantidos em “free-stall” as prevalências foram de 2% nos animais com casqueamento rotineiro contra 1,1% em animais que não eram casqueados. Os animais mantidos em “tie-stall” com casqueamento rotineiro apresentaram 39,9% de ocorrência de pelo menos uma lesão, contra 52,8% de ocorrência em animais sem rotina de casqueamento. Nos animais mantidos em “free-stall” com casqueamento rotineiro a prevalência de animais com lesões foi de 76,8% contra 68,9% em animais sem casqueamento.

No “tie-stall” com piso de concreto, houve menos erosão de talão em animais com casqueamento rotineiro do que os animais não casqueados. Os animais mantidos em “free-stall” com piso de borracha e com casqueamento rotineiro apresentaram mais erosão de talão e menos dermatite digital que os animais casqueados ocasionalmente. Com relação às hemorragias de linha branca, o casqueamento ocasional não resultou em diminuição de lesões em “tie-stall” com piso de concreto, enquanto o casqueamento

rotineiro foi efetivo. Ocorreram mais hemorragias de sola em animais mantidos em “free-stall” com piso de concreto e com casqueamento rotineiro do que em animais sem casqueamento, o que foi atribuído a camas desconfortáveis e sola muito fina após o casqueamento. Ocorreram mais úlceras de sola em animais em “tie-stall” e mais doenças da linha branca em animais em “free-stall”, ambos com pisos de concreto e com casqueamento ocasional comparado com os animais que não foram casqueados, mostrando que o casqueamento ocasional não foi efetivo. Com relação à deformação em casco de saca-rolha o casqueamento rotineiro foi efetivo, pois diminuiu a ocorrência dessa lesão em “tie-stall” com piso de concreto, com relação ao casqueamento ocasional. Entretanto o casqueamento rotineiro não preveniu a ocorrência de casco em saca-rolha no “free-stall”. Não houve correlação entre claudicação e os diferentes esquemas de casqueamento nos dois sistemas avaliados. Isso se deveu principalmente às baixas prevalências de claudicação encontradas (Fjeldaas et al., 2006).

Barker et al. (2008) avaliaram a prevalência de claudicação em 207 fazendas da Inglaterra entre outubro de 2006 e maio de 2007. Foi usado um escore de locomoção de quatro pontos, sendo os animais de escore

zero com o andar normal, o escore um os animais com pequena claudicação, os animais com escore dois eram considerados claudicantes e os de escore três com claudicação severa. Os animais claudicantes eram os que possuíam escores três e quatro. A média de prevalência de claudicação foi de 36,5% com valores variando de zero a 79,2% nas diferentes fazendas avaliadas.

Na Dinamarca foi identificada a prevalência de claudicação em 122 novilhas da raça Holandês desde 41 dias antes do primeiro parto até o período seco dessa lactação. Os animais eram mantidos em “free-stall” ou pisos de palha. Os animais foram examinados de duas a cinco vezes em intervalos de três meses. Para avaliação da claudicação foi utilizado escores de um a cinco, sendo considerados claudicantes os animais com grau maior ou igual três. A prevalência de claudicação nos animais pré-parto foi de 25%, entre um e 100 dias pós-parto foi de 50%, entre 101 e 200 dias pós-parto foi de 67% e nos animais acima de 200 dias pós-parto essa prevalência foi de 86% (Capión et al., 2008).

Gibbs e Laporte (2008) identificaram, entre os anos de 2005 e 2007, a incidência de claudicação em grandes fazendas (maior que 600 animais) do sul da Nova Zelândia com criação dos animais a pasto. As incidências

encontradas em dois anos consecutivos foram de 25% e 20%, com resultados variando de 20% a 45% nas diferentes fazendas. Dos casos de claudicação, 60% foram causados por doença da linha branca, 20% por úlceras de sola e 10 % por lesões no espaço interdigital. As lesões foram encontradas mais comumente nos membros pélvicos (85%) e nas unhas laterais (75%).

Katsoulos e Christodoulopoulos (2009) avaliaram a prevalência de claudicação em 3.400 vacas da raça Holandês de 40 fazendas em sistema de confinamento da Grécia (“free-stall”) em dois períodos distintos. No inverno (janeiro e fevereiro de 2007) e no verão (julho e agosto de 2007). 18,7% do total de vacas analisadas foram consideradas claudicantes, sendo que no inverno a prevalência foi de 20,4% e no verão foi de 17%. A erosão de talão, dermatite interdigital, dermatite digital e o flegmão interdigital estavam presentes em 30,2% dos animais, sendo que no inverno a prevalência foi de 35,3% e no verão foi de 26,5%. Forma anormal do casco (casco em tesoura, casco em saca-rolha, crescimento exagerado, assimetria) teve uma prevalência de 75,4%, com valores de 75,7% no inverno e 75,1% no verão. Os distúrbios dos cascos (úlceras de sola, doença da linha branca, sola dupla, hemorragia de sola e linha branca) apresentaram uma prevalência média de

30,6%, sendo que no inverno a prevalência foi de 31,5% e no verão foi de 29,7%. Não houve diferenças significativas nas prevalências de claudicação e de lesões nos dois períodos avaliados.

Ferreira (2003) avaliou a prevalência e a incidência de animais claudicantes de 117 vacas da raça Holandês em lactação, confinadas em sistema de “free-stall”, em Pedro Leopoldo – MG. O levantamento da prevalência foi realizado no mês de janeiro de 2001 e o da incidência entre o período de agosto de 2000 e julho de 2001. Os animais avaliados tinham entre 2,5 a 10 anos de idade e entre a 1ª e a 6ª lactações, com uma produção média de 8000 kg de leite por lactação. Os animais eram alimentados três vezes ao dia com silagem de milho e concentrado na proporção de 1 kg para cada 3 kg de leite produzidos. Para serem ordenhados os animais caminhavam 100m em piso concretado. O uso de pedilúvio era feito de três a quatro vezes por semana. A limpeza das instalações era feita diariamente por raspagem da matéria orgânica. A prevalência de claudicação encontrada por este autor foi de 29%. No período de um ano de avaliação dos animais, houve 143 casos de claudicação, perfazendo uma incidência de 122% de animais claudicantes. Dos 143 casos de claudicação, 35 (24,47%) foram causados por abscessos de sola e talão, 29

(20,27%) foram causados por doença da linha branca, 18 (12,59%) foram causados por dermatite digital, 18 (12,59%) foram causados devido a úlceras de sola, 15 (10,48%) foram devidos a casos de erosão de talão, nove (6,30%) foram causados por sola dupla, oito (5,60%) foram devidos a casos de dermatite interdigital, cinco (3,5%) foram provenientes de casos de úlcera de pinça, dois (1,4%) foram provenientes de casos de artrose alta, dois (1,4%) foram causados por luxações, um caso (0,7%) foi proveniente de hemorragia de sola e um caso (0,7%) foi causado por flegmão interdigital.

Em uma fazenda leiteira com animais confinados em “free-stall”, localizada no município de Esmeraldas – MG foram identificados 55 casos clínicos de claudicação em um rebanho de 100 vacas da raça Holandês em lactação, durante o período de um ano. As lesões com maior incidência foram abscessos de sola e talão, úlceras de sola e a dermatite digital, sendo essas lesões responsáveis por 87,3% dos casos de claudicação (Souza et al., 2006).

Winkler e Margerison (2012) avaliaram a variação dos escores de claudicação (1 a 5) de 35 vacas criadas em sistema intensivo duas vezes por semana durante 180 dias de lactação. No dia do parto, e aos 30, 60 e 90 dias de lactação as médias de escore de

locomoção foram de 1,31; 2,08; 2,67 e 3,30, respectivamente. Após os 90 dias de lactação as médias de escore de locomoção se estabilizaram e começaram a declinar após os 120 dias de lactação.

2.2.3 Localização das lesões entre os diferentes membros e unhas

Algumas lesões apresentam maior ocorrência em determinados membros e unhas. Isso ocorre devido a particularidades na distribuição do peso dos bovinos, sendo que alguns dígitos suportam mais peso que outros. Além disso, os membros pélvicos ficam mais expostos à matéria orgânica e umidade que os torácicos (Toussaint Raven, 1989).

Na Inglaterra, foi observada durante o ano de 1977, por meio de dados de veterinários de campo, uma incidência média de 5,5% de casos de claudicação em um ano, com variações entre 1,85 e 11,8%. Foram analisados 7.526 casos de claudicação, sendo que 88,3% desses casos eram causados por lesões nos cascos. 84% das lesões ocorreram nos membros pélvicos e 85% destas ocorreram nas unhas laterais (Russel et al., 1982).

Molina et al. (1999) avaliaram 469 vacas em lactação, de 10 fazendas da bacia leiteira de

Belo Horizonte - MG, criadas em regime de confinamento. Do total de vacas avaliadas 142 apresentaram pelo menos uma lesão. 66, 67% das lesões ocorreram nos membros pélvicos e 33,33% ocorreram nos membros torácicos. Os animais não apresentaram diferença na ocorrência de lesões entre as unhas laterais e mediais nesse estudo.

Mauchle (2001) avaliou a distribuição de lesões podais nos diferentes dígitos em duas fazendas leiteiras do estado de Minas Gerais com sistema de criação semi-intensivo em dois períodos distintos do ano de 2000: após o período de chuvas (etapa um) e após o período de secas (etapa dois). Na fazenda Modelo, localizada no município de Pedro Leopoldo foram avaliados na primeira etapa 85 vacas e na segunda etapa 86 vacas. Os animais avaliados nessa fazenda eram da raça Holandês puros, mestiços 3/4 Holandês/Gir e mestiços com graus de sangue variando de 3/4 a 7/8 Holandês/Jersey. Para comparar a ocorrência das lesões entre os diferentes dígitos as diferentes lesões foram divididas em três diferentes grupos: Grupo um: erosão de talão, Grupo dois: dermatite digital, dermatite interdigital e hiperplasia interdigital (lesões de partes moles) e Grupo três: hemorragia de sola, sola dupla e doença da linha branca (lesões de partes duras). Nessa fazenda, nas vacas, após o período de

chuvas, houve uma maior ocorrência de lesões do grupo um nos membros torácicos e de lesões dos grupos dois e três nos membros pélvicos. As lesões do grupo três foram mais frequentes nos dígitos laterais pélvicos. No período após as secas, nos grupos um e dois, não houve diferenças na ocorrência entre os membros. Já para as lesões do grupo três nesse período, houve maior ocorrência nos membros pélvicos. As lesões do grupo três nesse mesmo período também foram mais frequentes nos dígitos laterais pélvicos.

Na fazenda Experimental, também avaliada por Mauchle (2001), localizada no município de Igarapé, foram avaliados os cascos de 55 vacas e 40 novilhas na primeira etapa e 65 vacas e 16 novilhas na segunda etapa. Os animais eram mestiços Holandês/Gir com graus de sangue variando de 17/32 a 31/32. Durante o período chuvoso os animais desta fazenda eram mantidos em piquetes rotacionados. No período de secas as vacas permaneciam no curral das seis horas às 17 horas e após esse período eram soltas nos piquetes. Não era realizado casqueamento preventivo e os animais acometidos por claudicação eram tratados. Nas vacas após o período das chuvas, para as lesões do grupo um não houve diferenças na ocorrência de lesões nos diferentes membros. Já para os grupos dois e

três houve maior ocorrência de lesões nos membros pélvicos. Na etapa seguinte, após o período das secas, os resultados foram semelhantes. Não houve nos dois períodos estudados, diferenças entre as unhas laterais e mediais dos membros. Nessa mesma fazenda, nas novilhas após o período das chuvas, as lesões do grupo três ocorreram com frequência superior nos membros pélvicos. As lesões do grupo um não apresentaram diferenças em nenhuma das duas etapas. As unhas laterais dos membros pélvicos apresentaram mais lesões do grupo três após o período das chuvas.

Ferreira (2003) avaliou também, a localização das lesões podais causadoras de claudicação de 117 vacas da raça Holandês em lactação, confinadas em sistema de “free-stall” em Pedro Leopoldo – MG. O levantamento foi realizado no período de agosto de 2000 a julho de 2001, com animais de 2,5 a 10 anos de idade e entre a 1ª e a 6ª lactações, com uma produção média de 8000 kg de leite por lactação. Os animais eram alimentados três vezes ao dia com silagem de milho e concentrado. Para serem ordenhados, os animais caminhavam 100m em piso concretado. O uso de pedilúvio era feito de três a quatro vezes por semana. A limpeza das instalações era feita diariamente por raspagem da matéria orgânica. As lesões resultantes em claudicação avaliadas por

Ferreira (2003) apresentaram a seguinte distribuição: 97,2% estavam associadas aos cascos e à pele próxima ao casco, enquanto apenas 2,8% estavam associadas a lesões das partes mais altas dos membros dos animais. Do total de casos de claudicação avaliados (143), 60% foram causados por lesões na unha posterior lateral, 21% eram provenientes de lesões na unha posterior medial e 11% causados por lesões nas partes moles dos membros pélvicos. As lesões nos membros pélvicos foram responsáveis por 92% dos casos de claudicação estudados. Já nos membros torácicos, que foram responsáveis por 8% dos casos de claudicação, as unhas mediais foram responsáveis por 5% dos casos, as unhas laterais por 2% e as lesões nas partes moles foram responsáveis por 1% dos casos.

Sogstad et al. (2005) examinaram a localização das lesões nos cascos de 2.665 vacas no ano de 2002. Os animais eram provenientes de 55 rebanhos com criação intensiva em “tie-stall” (1118 vacas) e 57 rebanhos com criação intensiva em “free-stall” (1547 vacas). A maioria das fazendas possuía as instalações com piso de concreto e fazia casqueamento uma vez ao ano ou ocasionalmente. As lesões encontradas foram classificadas em leves, moderadas e severas. 47,8% dos animais mantidos em “tie-stall” apresentaram pelo menos uma

lesão, enquanto 71,8% dos animais mantidos em “free-stall” apresentaram pelo menos uma lesão. Em ambos os sistemas as lesões foram mais prevalentes nos membros pélvicos.

Nos “tie-stalls” 23,5% e 41% dos animais apresentaram pelo menos uma lesão nos membros torácicos e pélvicos, respectivamente. As prevalências das diferentes lesões foram as seguintes: no “tie-stall” 0,2%, 2%, 2,5%, 3%, 1,1% e 1,2% dos animais apresentaram, respectivamente, dermatites, erosão de talão, hemorragia da linha branca, hemorragia de sola, úlceras de sola e doença da linha branca nos membros torácicos e 4,3%, 8%, 7,4%, 12%, 2,7% e 5,8% nos membros pélvicos, respectivamente. No “free-stall” 2,7%, 34%, 8%, 8%, 1% e 3,7% dos animais apresentaram, respectivamente, dermatites, erosão de talão, hemorragia da linha branca, hemorragia de sola, úlceras de sola e doença da linha branca nos membros torácicos e 6,8%, 40%, 13,5%, 20%, 3% e 9,5% nos membros pélvicos, respectivamente. As prevalências de claudicação nos membros torácicos foram no “tie-stall” de 0,1% e no “free-stall” de 0,7%. Nos membros pélvicos as prevalências foram de 0,3% no “tie-stall” e 1,6% nos animais de “free-stall” (Sogstad et al., 2005).

2.2.4 Biomecânica da locomoção e a ocorrência de lesões

O peso do animal é distribuído entre suas quatro patas e cada pata é composta por dois dígitos que sustentam o peso. Os membros torácicos suportam 60% do peso do animal, pois na parte anterior tem-se o pescoço que exerce um peso à frente dos membros do animal. Os outros 40% do peso do animal são suportados pelos membros pélvicos. Nos membros torácicos com o animal parado ou em movimento as quatro unhas suportam quase a mesma quantidade de peso. Por exemplo, se um animal pesa 500 kg, 60% desse total, ou seja, 300 kg serão suportados pelos membros torácicos. Cada unha então suportará 75 kg. Com o animal em movimento há uma pequena variação, com as unhas mediais suportando um pouco mais de peso, mas a diferença para a unha lateral é muito pequena (Toussaint Raven, 1989).

Nos membros pélvicos, entretanto, a distribuição de peso nos diferentes dígitos não é uniforme. O animal ao caminhar joga o peso do posterior hora para um lado, hora para outro. Assim, o quadril do animal desloca 2,5 cm para um lado e depois 2,5 cm para o lado oposto. Isso altera a distribuição de peso sobre as unhas, sendo as unhas laterais mais exigidas. No exemplo do animal anterior que pesa 500 kg, 40% desse

total serão suportados pelos membros pélvicos, ou seja, 200 kg. Com o animal parado e o animal com bons aprumos, esse peso será distribuído igualmente entre os dois membros e entre os quatro dígitos pélvicos, ou seja, cada membro suportará 100 kg e cada unha suportará 50 kg (Toussaint Raven, 1989).

Porém quando o animal está se locomovendo, o deslocamento do quadril 2,5 cm para um lado desloca o peso do animal para o lado correspondente. Isso faz com que a pata do lado para onde o peso é transferido suporte maior peso, enquanto a outra está suportando um peso menor. Posteriormente, no próximo passo do animal ocorrerá o inverso. A perna que estava suportando mais peso passa a suportar menos e a perna que estava suportando menos peso passa a suportar mais. Aqueles 200 kg agora serão distribuídos de forma não uniforme entre os membros. Enquanto o membro do lado para onde o peso é deslocado suporta 120 kg (60% de 200 kg), o lado contrário suporta 80 kg (40% de 200 kg) e posteriormente será o inverso (Toussaint Raven, 1989).

Além da distribuição de forma não uniforme de peso entre os dois membros com o animal em locomoção, a distribuição de peso entre as unhas com o animal em movimento

também não é uniforme. As unhas laterais que estão do lado para onde o peso é transferido suportam 60% do peso total suportado pelo membro. Então, quando o peso é transferido para a pata posterior direita do animal, a unha medial esquerda suportará 48 kg (60% de 80 kg) e a unha lateral direita suportará 72 kg (60% de 120 kg). As unhas que estão do lado contrário para onde o peso é transferido suportarão o restante, ou seja, 40% do peso suportado pelo membro. Assim, a unha lateral esquerda e medial direita suportarão 32 kg (40% de 80 kg) e 48 kg (40% de 120 kg), respectivamente (Toussaint Raven, 1989).

Somando-se a essa distribuição desigual de peso entre as unhas dos membros pélvicos encontramos outro fator agravante que sobrecarrega ainda mais as unhas desses membros: a deficiente absorção de impacto. A articulação coxofemoral por ser uma articulação rígida não absorve o impacto do casco no solo, diferentemente do que acontece nos membros torácicos que possuem uma inserção do membro no tronco do animal muito mais flexível, resultando em uma maior absorção de impacto sobre os cascos (Toussaint Raven, 1989).

Em um estudo mais recente Chapinal et al. (2009) avaliaram as diferenças de distribuição de peso entre os diferentes

membros comparando vacas antes e após o parto para avaliar o efeito da presença do feto e as diferenças de distribuição de peso antes e após a ordenha para avaliar o efeito do peso do leite presente no úbere.

O úbere repleto de leite antes da ordenha afetou significativamente a distribuição de peso e a locomoção normal do animal. Identificou-se que 89% do peso do leite do úbere são suportados pelos membros pélvicos (Tabela 1). Então durante

determinados períodos do dia, principalmente quando o acúmulo de leite no úbere é máximo a sobrecarga de peso é superior e dificulta a locomoção do animal favorecendo a ocorrência de lesões (Chapinal et al., 2009). Essa sobrecarga é superior principalmente no pico de lactação, quando o acúmulo de leite no úbere é maior, coincidindo com o pico de casos de claudicação (Leach et al., 1998; Livesey et al., 1998; Webster, 2001).

TABELA 1 – Variações na distribuição de peso entre os membros torácicos e pélvicos e na facilidade de locomoção antes e após a ordenha

OBSERVAÇÕES	Antes da Ordenha	Após a Ordenha	Diferença
Peso suportado nos membros torácicos	346 (51%)	343 (53%)	3 (11%)
Peso suportado nos membros pélvicos	330 (49%)	304 (47%)	26 (89%)
Escore de locomoção (1 a 5)	3,10	2,80	
Abdução/adução	29,80	16,00	
Balanço da cabeça	5,50	2,30	
Facilidade de locomoção	31,20	26,3	
Relutância em suportar peso	20,30	14,5	

Chapinal et al. (2009)

Diferentemente do peso do leite do úbere nos animais em lactação não foram encontradas diferenças significativas entre a distribuição de peso antes e após o parto,

demonstrando que o peso do feto nas vacas em estágio final de gestação é distribuído de forma mais uniforme entre os membros torácicos (52%) e pélvicos (48%) (Tabela 2).

TABELA 2 – Variações na distribuição de peso entre os membros torácicos e pélvicos antes e após o parto

	Antes do Parto	Após o Parto	Diferença
Peso suportado nos membros torácicos	390 (52%)	350 (52%)	40 (52%)
Peso suportado nos membros pélvicos	353 (48%)	317(48%)	36 (48%)

Chapinal et al. (2009)

2.3 CONFORMAÇÃO DOS CASCOS

2.3.1 Conformação do casco e fatores correlacionados

Vermunt e Greenough (1996) avaliaram a conformação dos cascos de 30 novilhas Holandês em dois tipos de manejo. O experimento foi desenvolvido entre janeiro de 1989 a abril de 1990, iniciando com animais com 12 a 13 meses de idade até o parto desses animais que variou de 24 a 26 meses de idade. Os diferentes sistemas de manejo foram instituídos quando os animais foram diagnosticados prenhes. Um grupo de animais foi mantido em confinamento coberto, em “free-stalls” que possuíam 2/3 do piso de concreto com fendas e o restante era de concreto sólido, raspado várias vezes ao dia. O outro grupo de animais foi confinado ao ar livre em um lote de vacas secas com cama de palha com a mesma nutrição dos animais do grupo anterior. Duas semanas antes do parto, as novilhas dos dois grupos foram estabuladas em boxes com cama de palha. As medidas analisadas foram ângulo do casco, comprimento da muralha, altura do talão, comprimento da sola, largura da sola e a relação entre a altura do casco e a altura do talão.

No início do experimento, quando os animais tinham 12 a 13 meses de idade, não houve diferenças significativas nas medidas do ângulo do casco (média de 52,3°) e do

comprimento da muralha (média de sete centímetros) entre os membros nos dois tipos de pisos. A altura do talão foi superior nos membros torácicos nos dois tipos de pisos (4,1 cm nos torácicos contra 3,3 cm nos pélvicos no piso de cimento e 3,9 cm contra 3,1 cm no piso com cama de palha). Não houve diferença no comprimento da sola entre os membros no piso de cimento (média de 9,4 cm), porém o comprimento da sola foi superior nos membros torácicos no piso com cama de palha (9,4 cm nos torácicos contra 9,1 cm nos pélvicos). A largura da unha lateral foi superior nos membros torácicos no piso de palha (4,4 cm nos torácicos contra 4,3 cm nos pélvicos), mas no piso de cimento não houve diferenças (média de 4,3 cm). A largura da unha medial foi superior nos membros torácicos nos dois tipos de pisos (4,3 cm nos torácicos contra 3,9 cm nos pélvicos no piso de cimento e 4,3 cm contra 4 cm no piso com cama de palha). A relação altura do casco:altura do talão foi inferior nos membros torácicos nos dois tipos de pisos estudados, sendo essa relação de 1,4 nos torácicos contra 1,7 nos pélvicos no piso de cimento e 1,4 contra 1,9 no piso com cama de palha (Vermunt e Greenough, 1996).

Na época do parto, o ângulo do casco dos animais avaliados por Vermunt e Greenough (1996), apresentava-se maior nos membros torácicos em relação aos pélvicos em ambos os tipos de piso (54,1° nos torácicos contra 52,4° nos pélvicos no

piso de cimento e $54,3^\circ$ contra $50,4^\circ$ no piso com cama de palha). Além disso, os ângulos dos cascos dos membros pélvicos foram maiores ($52,4^\circ$) no piso de cimento do que no piso de palha ($50,4^\circ$). O comprimento da muralha no piso de palha foi superior nos membros pélvicos (7,7 cm) quando comparado com os torácicos (7,4 cm), o que não aconteceu no piso de cimento que apresentou uma média de 7,25 cm. Além disso, os animais em o piso de palha apresentaram maiores valores de comprimento da muralha que os valores dos animais mantidos em piso de concreto nos membros pélvicos. O comprimento da sola dos animais no parto foi superior nos membros pélvicos nos dois tipos de pisos, sendo que suas medidas foram 9,8 cm nos torácicos contra 10,2 cm nos pélvicos no piso de cimento e 9,8 cm contra 10,4 cm no piso com cama de palha. Tanto o casco lateral como o medial apresentaram largura da sola maior nos membros torácicos no piso de concreto (4,6 cm nos torácicos contra 4,4 cm nos pélvicos para as unhas laterais e 4,5 cm contra 4,3 cm para as unhas mediais), o que não foi significativo para os membros torácicos no piso de palha e nos pélvicos nos dois tipos de piso. A relação altura do casco:altura do talão foi inferior nos membros torácicos nos dois tipos de pisos estudados, sendo essa relação de 1,5 nos torácicos contra 1,8 nos pélvicos no piso de cimento e 1,5 contra 1,9 no piso com cama de palha.

Gitau et al. (1997) avaliaram a conformação dos cascos de 216 vacas de 78 fazendas leiteiras de pequena escala, com diferentes sistemas de produção do Quênia, no mês de março de 1993. As mensurações realizadas foram ângulo do casco, comprimento da muralha, altura do talão e área do casco. As médias das medidas realizadas de todas as fazendas foram $49,21^\circ$ para ângulo do casco, 7,25 cm para comprimento da muralha, 2,59 cm para altura do talão e $68,08 \text{ cm}^2$ para a área da sola. Os animais que eram mantidos em confinamento total apresentaram ângulos de casco menores, comprimentos de muralha maiores e menor altura do talão. A área da sola foi superior nos membros torácicos ($70,21 \text{ cm}^2$) em relação aos pélvicos ($65,91 \text{ cm}^2$). O ângulo do casco foi correlacionado com a altura do talão ($r=0,53$) e comprimento da muralha ($r=-0,40$) enquanto a área da sola foi correlacionada com o comprimento da muralha. Os animais mestiços apresentaram maiores ângulos dos cascos ($50,61^\circ$) que os animais puros ($46,94^\circ$). O ângulo do casco foi associado com o escore corporal, sendo que os animais com alto escore apresentaram menores ângulos dos cascos.

Somers et al. (2005) estudaram a conformação dos cascos de vacas da raça Holandês de 12 fazendas com quatro tipos de pisos diferentes. Três fazendas tinham piso de concreto sólido, três com piso de concreto com fendas, três com piso de concreto com ranhuras e três com piso de

palha. Em cada fazenda foram avaliados 20 animais. A coleta dos dados começou em outubro de 2002 e foi realizada mensalmente até março de 2003. Todos os animais foram casqueados dois meses antes do início da coleta de dados. As medidas conformacionais foram tomadas somente nas unhas laterais dos membros pélvicos. Foram analisados ângulo do casco, comprimento da muralha, altura do talão, altura do casco, comprimento diagonal e largura da unha. Os resultados dos ângulos dos cascos nos diferentes tipos de pisos foram 46,1° no piso de concreto com fendas, 47,8° no piso de concreto sólido, 46,6° no piso de concreto com ranhuras e 42,5° no piso de palha. O piso de palha apresentou os menores valores de ângulo de casco, seguidos pelos pisos de concreto com fendas e concreto com ranhuras e o piso de concreto sólido apresentou os maiores valores. As médias das demais medidas não apresentaram diferenças significativas nos diferentes tipos de pisos. As médias gerais foram 7,92 cm para comprimento da muralha, 5,67 cm para altura do casco, 13,7 cm para diagonal do casco, 4,52 cm para altura do talão e 5,67 para largura da sola.

Mauchle (2001) avaliou a conformação dos cascos de vacas e novilhas em duas fazendas leiteiras do estado de Minas Gerais com sistema de criação semi-intensivo. As medidas conformacionais estudadas foram ângulo da pinça,

comprimento da muralha, altura do talão e área da sola. Na fazenda Modelo, localizada no município de Pedro Leopoldo - MG, foram avaliadas 92 vacas. As unhas mediais dos membros torácicos desses animais, apresentaram ângulos dos cascos menores (44,5°) que as unhas laterais (49,84°). Nos membros pélvicos não houve diferenças (46,61°). O comprimento da muralha foi semelhante entre as diferentes unhas dos membros torácicos e pélvicos (7,72 cm). A altura do talão das unhas dos membros torácicos foi semelhante (3,38 cm), mas nos membros pélvicos as unhas mediais apresentaram altura de talão menores (2,36 cm) do que as unhas laterais (2,55 cm). A área da sola nos animais desta fazenda não apresentou diferenças entre as unhas.

Na fazenda Experimental, a segunda fazenda avaliada por Mauchle (2001), localizada no município de Igarapé - MG foram avaliadas 77 vacas e 40 novilhas. O ângulo do casco, nas vacas foi inferior nas unhas mediais (43,45°), comparado com o ângulo das unhas laterais (48,83°) nos membros torácicos. Nos membros pélvicos não houve diferenças entre as unhas (46,9°). Nas novilhas, não houve diferenças entre as unhas laterais e mediais dos membros torácicos e pélvicos, ficando a média em torno de 48,55°. O comprimento da muralha, nas unhas mediais dos membros torácicos (7,96 cm) apresentou um tamanho superior às laterais (7,77 cm). Nos membros pélvicos o comprimento da

muralha foi semelhante entre as diferentes unhas (8,01 cm). As novilhas não apresentaram diferenças nas medidas desta característica entre as diferentes unhas (7,72 cm). A altura do talão das unhas das vacas da fazenda Experimental não apresentaram diferenças nos membros torácicos (3,71 cm), mas nos membros pélvicos as unhas laterais apresentaram maior altura do talão (2,97 cm) comparado com as unhas mediais (2,60 cm). A altura do talão nas novilhas foi semelhante entre os dígitos dos membros torácicos (3,54 cm) e entre os dígitos dos membros pélvicos (2,76 cm), sendo a altura do talão superior nos membros torácicos. A área da sola não diferiu entre as vacas e entre as novilhas, entre as unhas laterais e mediais dos membros torácicos (vacas: 82,41 cm² e novilhas: 69,13 cm²) e pélvicos (vacas: 71,38 cm² e novilhas: 59,82 cm²). Tanto nas vacas como nas novilhas os membros torácicos apresentaram área da sola superior aos pélvicos.

Mauchle (2001) também avaliou a conformação dos cascos de 26 vacas 7/8 Holandês/Gir da fazenda Experimental, localizada no município de Igarapé – MG, com sistema de criação semi-intensivo de produção leiteira. As medidas conformacionais estudadas foram ângulo da pinça, comprimento da muralha, altura do talão e área da sola. O ângulo do casco dos membros torácicos desses animais foi superior nas unhas laterais (51,25°)

comparadas às unhas mediais (41,56°). Nos membros pélvicos as medidas foram semelhantes. O comprimento da muralha da unha lateral direita anterior foi inferior (7,7 cm) aos demais, que variaram de 8,03 cm a 8,46 cm sem diferenças entre as medidas. A altura do talão foi superior nos membros torácicos (3,93 cm) quando comparado aos membros pélvicos (2,95 cm). Nos torácicos não houve diferenças entre as unhas e os pélvicos apresentaram maior altura do talão nas unhas laterais (3,22 cm) do que nas mediais. A área da sola foi semelhante entre as unhas dos membros torácicos e pélvicos separados. Nos membros torácicos a área da sola (88,36 cm²) foi maior do que a nos pélvicos (75,19 cm²).

Ferreira (2003) avaliou a conformação dos cascos de 117 vacas da raça Holandês em lactação e confinadas em sistema de “free-stall” em Pedro Leopoldo – MG. O levantamento foi realizado no mês de janeiro de 2001, com animais de 2,5 a 10 anos de idade e entre a 1ª e a 6ª lactações, com uma produção média de 8000 kg de leite por lactação. Os animais eram alimentados três vezes ao dia com silagem de milho e concentrado na proporção de 1 kg para cada 3 kg de leite produzidos. Para serem ordenhados os animais caminhavam 100m em piso concretado. O uso de pedilúvio era feito de 3 a 4 vezes por semana. A limpeza das instalações era feita diariamente por raspagem da matéria orgânica.

As medidas de conformação analisadas por Ferreira (2003) foram ângulo do casco, comprimento da muralha dorsal e altura do talão. A média dos ângulos dos cascos dos membros torácicos dos animais avaliados foi de 48,46°, sem diferenças significativas quando comparada com os membros pélvicos que apresentaram uma média de 48°. Entre as unhas dos membros torácicos as mediais apresentaram ângulos menores (46,80°) que as laterais. Nos membros pélvicos não houve diferenças estatísticas entre as unhas. O comprimento da muralha nessas vacas foi de 7,33 cm nos membros torácicos contra 7,04 nos membros pélvicos, sem diferenças estatísticas. Quando comparado o comprimento da muralha das unhas laterais e mediais, nos membros torácicos, as mediais apresentaram valores superiores (7,43 cm) às unhas laterais (7,23 cm). Nos membros pélvicos não houve diferenças entre as unhas (7,04 cm). A altura do talão teve como média nos membros torácicos 3,91 cm e as unhas laterais apresentaram maiores valores (3,97 cm) que as unhas mediais (3,85 cm). Nos membros pélvicos a média da altura do talão foi de 2,69 cm, sendo que as unhas laterais apresentaram maior altura do talão (2,84 cm) do que as unhas mediais (2,52 cm).

Ribeiro (2005) avaliou a conformação dos cascos de vacas em lactação mestiças de uma fazenda leiteira situada no município de Flexilândia – MG em dois momentos

distintos. No período das secas, quando foram avaliadas 130 vacas 1/2 sangue Holandês/Zebu, sendo 70 vacas de primeira lactação, 30 com duas lactações e 30 com 3 ou mais lactações. No período chuvoso foram avaliadas 104 vacas, sendo 32 vacas de primeira lactação, 37 com duas lactações e 35 com 3 ou mais lactações. Os animais eram ordenhados duas vezes ao dia e recebiam concentrado durante a ordenha. O piso dos piquetes de confinamento utilizados na época das secas era de terra e ficava a uma distância de 500 m da sala de ordenha. Os animais recebiam silagem de milho nesse período. Na época das chuvas os animais permaneciam em piquetes com pastagem que ficavam a uma distância de 1.400 m da sala de ordenha.

O comprimento da muralha, o ângulo da pinça e a altura do talão foram as medidas avaliadas por Ribeiro (2005). Os resultados do comprimento da muralha nas vacas de primeira lactação foram no período das secas, 8,03 cm, 8,14 cm, 7,93 cm e 7,78 cm, que correspondem respectivamente ao comprimento das unhas torácicas laterais (AL), torácicas medias (AM), pélvicas laterais (PL) e pélvicas mediais (PM). No período das chuvas os resultados de comprimento da muralha foram 8,06 cm, 8,16 cm, 7,94 cm e 7,86 cm, que são respectivamente medidas das unhas AL, AM, PL e PM. Nas vacas com duas lactações os resultados foram os seguintes: no período da seca os comprimentos de

muralha foram 8,18 cm, 8,38 cm, 8,08 cm e 7,94 cm, que correspondem respectivamente às medidas das unhas AL, AM, PL e PM. No período das chuvas os resultados de comprimento da muralha foram 8,18 cm, 8,28 cm, 8,08 cm e 8,01 cm, que são respectivamente medidas das unhas AL, AM, PL e PM. Nas vacas com 3 ou mais lactações o comprimento das muralhas dos cascos, no período das secas, foram 8,53 cm, 8,71 cm, 8,42 cm e 8,31 cm, que correspondem respectivamente ao comprimento das unhas AL, AM, PL e PM. No período das chuvas os resultados de comprimento da muralha foram 8,36 cm, 8,53 cm, 8,25 cm e 8,18 cm, que são respectivamente medidas das unhas AL, AM, PL e PM. As unhas mediais dos membros torácicos apresentaram comprimentos superiores às unhas laterais em todas as categorias nos dois períodos avaliados. Nos membros pélvicos, as unhas com maiores dimensões foram as laterais quando comparadas com as mediais em todas as categorias nos dois períodos avaliados. Os comprimentos das muralhas foram superiores nos animais com mais lactações em todas as unhas nos dois períodos estudados.

Os resultados dos ângulos dos cascos das vacas de primeira lactação avaliadas por Ribeiro (2005) foram, no período da seca, 48,38°, 45,23°, 46,07° e 47,17°, que correspondem respectivamente ao ângulo das unhas AL, AM, PL e PM. No período

das chuvas os resultados dos ângulos dos cascos foram 47,25°, 44,55°, 45,34° e 46,93°, que correspondem respectivamente a medidas das unhas AL, AM, PL e PM. Nas vacas de segunda lactação os resultados foram os seguintes: no período das secas, 48,78°, 45,36°, 46,19° e 47,52°, que correspondem respectivamente ao ângulo das unhas AL, AM, PL e PM. No período das chuvas os resultados dos ângulos dos cascos foram 47,28°, 44,40°, 45,15° e 47°, que correspondem respectivamente a medidas das unhas AL, AM, PL e PM. Nas vacas com 3 ou mais lactações os ângulos dos cascos no período das secas, foram 47,64°, 44,42°, 45,32° e 46,27°, que correspondem respectivamente ao ângulo das unhas AL, AM, PL e PM. No período das chuvas os resultados dos ângulos dos cascos foram 43,92°, 42,16°, 42,75° e 43,34°, que correspondem respectivamente a medidas das unhas AL, AM, PL e PM. Em todos os períodos e categorias estudadas, os membros torácicos apresentaram ângulos dos cascos das unhas laterais significativamente maiores que as unhas mediais, enquanto que nos membros pélvicos ocorreu o inverso. Os animais com menos de 3 lactações apresentaram ângulos de casco maiores que os animais com 3 ou mais lactações nos dois períodos estudados, sendo que essa diferença foi mais expressiva no período das chuvas. Os animais com 3 ou mais lactações apresentaram menores ângulos após o

período das chuvas, o que não ocorreu com animais com menos de 3 lactações.

Os resultados da altura do talão nas vacas de primeira lactação foram, no período das secas, 4 cm, 3,78 cm, 3,09 cm e 2,87 cm, que correspondem respectivamente à altura do talão das unhas torácicas laterais (AL), torácicas mediais (AM), pélvicas laterais (PL) e pélvicas mediais (PM). No período das chuvas os resultados foram 3,89 cm, 3,64 cm, 3,01 cm e 2,70 cm, que correspondem respectivamente à altura do talão das unhas AL, AM, PL e PM. Nas vacas com duas lactações os resultados foram os seguintes: no período da seca foram 4,14 cm, 4,31 cm, 3,30 cm e 3,03 cm, que correspondem respectivamente à altura do talão das unhas AL, AM, PL e PM. No período das chuvas os resultados da altura de talão foram 3,93 cm, 3,61 cm, 3,04 cm e 2,61 cm, que são respectivamente medidas das unhas AL, AM, PL e PM. Nas vacas com 3 ou mais lactações a altura do talão no período das secas, foram 4,31 cm, 4,01 cm, 3,51 cm e 3,26 cm, que correspondem respectivamente às unhas AL, AM, PL e PM. No período das chuvas os resultados foram 3,98 cm, 3,67 cm, 2,99 cm e 2,60 cm, que são respectivamente medidas das unhas AL, AM, PL e PM. Tanto nos membros torácicos como nos pélvicos, os talões das unhas laterais apresentaram maior altura em todos os períodos e categorias estudadas. No período das secas a altura do talão foi superior nos

animais com mais lactações, enquanto no período das chuvas não houve diferenças entre animais com número de lactações diferentes, com exceção das unhas torácicas mediais que apresentaram maiores alturas de talão nos animais com 3 ou mais lactações. A altura do talão foi superior nos membros torácicos em todas as unhas de todas as categorias e nos dois períodos avaliados (Ribeiro, 2005).

2.3.2 Relação entre a conformação dos cascos e a ocorrência de lesões

A importância clínica da conformação dos cascos dos bovinos está diretamente relacionada à ocorrência de claudicação, longevidade e produtividade dos animais (Vermunt e Greenough, 1995).

Para avaliar a influência da conformação dos cascos na ocorrência de lesões podais Mauchle (2001) avaliou 55 vacas após o período das chuvas e 65 vacas após o período das secas de uma fazenda leiteira localizada no município de Igarapé – MG (fazenda Experimental), sob regime semi-intensivo de criação e 86 vacas após o período das chuvas e 86 vacas após o período das secas em outra fazenda localizada no município de Pedro Leopoldo – MG, também sob regime semi-intensivo de criação (fazenda Modelo). Para possível associação entre a conformação dos cascos com a ocorrência de lesões, estas foram divididas em 3 grupos: Grupo 1 – erosão de

talão, Grupo 2 – dermatite digital, dermatite interdigital e hiperplasia interdigital (lesões de parte mole) e Grupo 3 – hemorragia de sola, sola dupla e doença da linha branca (lesões de parte dura). As medidas foram divididas em classes para as quais foram atribuídos escores que variavam de 1 a 3. Para ângulo do casco foi atribuído escore 1 para animais que possuíam ângulos do casco menores que 50° nos membros torácicos e menos que 45° nos membros pélvicos, escore 2 para os animais que possuíam entre 50 e 55° nos membros torácicos e 45 e 50° nos membros pélvicos e escore 3 para os animais com ângulos maiores que 55° nos membros torácicos e maiores que 50° nos membros pélvicos. Os escores para comprimento da muralha foram: escore 1 – comprimento menor que 7 cm, escore 2 – entre 7 e 7,5 cm e escore 3 – comprimento maior que 7,5 cm. Os escores para altura do talão foram: escore 1 – altura menor que 2,5 cm, escore 2 – entre 2,5 e 3,5 cm e escore 3 – altura do talão maior que 3,5 cm. Na fazenda modelo, após o período das chuvas as lesões do grupo 1 foram mais frequentes nos cascos com ângulos menores (escore 1). Os animais com maior comprimento da muralha (de ambas as fazendas e em ambos os períodos apresentaram maior ocorrência de lesões do grupo 1, exceto, após o período seco na fazenda Experimental. As lesões do grupo 2 foram, na fazenda modelo, mais frequentes em animais com comprimento da muralha maiores que 7,5 cm. O grupo 3 não

apresentou diferença na ocorrência de lesões nos diferentes comprimentos da muralha. Na fazenda experimental, os animais com comprimento da muralha de 7 a 7,5 cm apresentaram maior ocorrência de lesões do grupo 3. Em animais com altura do talão maiores houve uma maior ocorrência de lesões do grupo 1 nas duas fazendas nas duas etapas avaliadas. As lesões do grupo 2 foram encontradas com maior frequência em animais de talão mais baixo na primeira etapa na fazenda experimental e nos talões mais altos da segunda etapa na fazenda modelo. A ocorrência de lesões no grupo 3 não foi influenciada pela conformação dos cascos nas duas etapas estudadas na fazenda Modelo. Na fazenda experimental observou-se em ambas as etapas maior ocorrência de lesões do grupo 3 em animais com talões menores que 3,5 cm.

2.4 CRESCIMENTO E DESGASTE DOS CASCOS

Segundo Greenough e Weaver (1997), informações valiosas acerca do manejo nutricional, ambiental e sanitário podem ser obtidas por meio da avaliação clínica do estojo córneo.

Um casco de qualidade é determinado, além de outros fatores, pela qualidade do tecido córneo produzido bem como da capacidade de resistência do mesmo (Dietz e Prietz, 1981). Muitos autores apontam a baixa

qualidade do tecido córneo como fator de risco para várias ocorrências clínicas (Vermunt e Greenough, 1995). Esse tecido encontra-se em constante processo de renovação sendo as taxas de crescimento, desgaste e a qualidade do tecido córneo ainda mais importantes em sistemas de criação intensivos (Ollhoff e Ortolani, 2001).

Em condições normais, as taxas de crescimento e desgaste encontram-se em equilíbrio, sendo as taxas de crescimento ligeiramente superiores à taxa de desgaste dos mesmos (Hahn et al., 1986; Vermunt e Greenough, 1995; Ollhoff e Ortolani, 2001). Ressalta-se que esta diferença é melhor observada em animais mantidos sobre pisos menos abrasivos, podendo em resposta às pressões externas (abrasividade do piso), apresentar uma taxa de desgaste maior e, conseqüentemente, uma taxa de crescimento mais acelerada (Murphy e Hannan, 1987; Bergsten e Stranberg, 1990; Vermunt, 1996; Somers et al., 2005). Além disso, tanto as taxas de crescimento do tecido córneo dos cascos quanto seu desgaste podem sofrer influências da nutrição, sazonalidade, patologias locais e sistêmicas, idade dos animais, tipo de ambiente, sistema de criação bem como genética (Vermunt e Greenough, 1995).

Enfermidades metabólicas, assim como deficiências nutricionais, podem comprometer a qualidade e o crescimento

dos cascos predispondo-os a processos infecciosos e/ou degenerativos que poderão resultar em um descarte prematuro desses animais, elevando o custo de produção do sistema (Ribeiro et al., 1992; Vermunt e Greenough, 1995; Ollhoff e Ortolani, 2001).

A literatura apresenta valores de 0,4 a 0,5 cm como sendo a taxa de crescimento mensal dos cascos de bovinos saudáveis (Manson e Leaver, 1988a; 1988b; Tranter e Morris, 1992; Vermunt e Greenough, 1995). Resultados de experimentos conduzidos em diferentes tipos de sistemas - a pasto, "tie-stall" e "free-stall" - apresentam diferentes taxas de crescimento e desgaste quando comparados os cascos dos membros torácicos com os pélvicos (Clark e Rakes, 1982; Hahn et al., 1986; Distl et al., 1990; Vermunt e Greenough, 1995; Ollhoff e Ortolani, 2001). Pisos com maior abrasividade tendem a elevar as taxas de desgaste dos cascos dos membros pélvicos (Hahn et al., 1986) uma vez que, tais membros são responsáveis por impulsionar os animais, fazendo com que o estímulo de crescimento desses também seja maior (Greenough e weaver, 1997), levando a taxas de crescimento e desgaste diferentes entre os cascos dos membros torácicos e pélvicos. Entretanto, Tranter e Morris (1992) e Ollhoff e Ortolani (2001) observaram que em bovinos mantidos a pasto ou em pisos menos abrasivos não apresentam diferenças nas taxas de

crescimento e desgaste entre cascos dos membros torácicos e pélvicos.

Cabe ressaltar que, apesar de normalmente não ocorrer diferenças entre os cascos dos membros torácicos e pélvicos, observa-se que há um maior crescimento e desgaste da região lateral do casco (lado abaxial) em comparação a região dorsal (Ollhoff e Ortolani, 2001). Este fato é explicado em função do maior contato da região lateral do estojo córneo com o solo, ocasionando um maior desgaste do mesmo e com isso um maior estímulo ao crescimento (Distl et al., 1990).

Livesey e Laven (2007) avaliaram as taxas de crescimento e desgaste dos cascos de 60 novilhas criadas em 4 tipos de pisos (20 por grupo), com ou sem suplementação de metionina (10 de cada grupo). Não foram encontradas relações dos diferentes tipos de piso e da suplementação com metionina com as taxas de crescimento e desgaste das muralhas dorsal e abaxial dos cascos. Entretanto, comparando o tempo em relação ao parto foram encontradas diferenças significativas entre as médias de crescimento das regiões dorsal e abaxial das unhas e somente entre os 45 e 90 dias de lactação o crescimento da muralha dorsal foi superior ao da muralha abaxial (Tabela 3).

TABELA 3 – Avaliação das taxas de crescimento da muralha dorsal e abaxial no decorrer da lactação em 60 novilhas.

CRESCIMENTO	DIAS EM RELAÇÃO AO PARTO			
	-30	0-45	45-90	90-180
Muralha Dorsal	4,51 ^{cA}	5,59 ^{bA}	6,98 ^{aA}	5,99 ^{bA}
Muralha Abaxial	4,35 ^{cA}	5,40 ^{bA}	6,30 ^{aB}	5,85 ^{bA}

Livesey e Laven (2007)

Com relação ao desgaste não houve diferença estatística entre os diferentes tempos em relação ao parto e entre as

regiões dorsal e abaxial das unhas (Tabela 4).

TABELA 4 – Avaliação das taxas de desgaste da muralha dorsal e abaxial no decorrer da lactação em 60 novilhas.

DESGASTE	DIAS EM RELAÇÃO AO PARTO			
	-30	0-45	45-90	90-180
Muralha Dorsal	4,53 ^{aA}	5,67 ^{aA}	5,55 ^{aA}	5,70 ^{aA}
Muralha Abaxial	4,65 ^{aA}	5,07 ^{aA}	5,67 ^{aA}	5,13 ^{aA}

Livesey e Laven (2007)

Offer et al. (2000) avalizaram o crescimento e o desgaste por mais de quatro lactações e identificaram que as vacas de primeira lactação apresentaram maiores

taxas de crescimento e desgaste que as vacas com duas ou mais lactações (Tabela 5).

TABELA 5 – Avaliação da influência do número de lactações nas taxas de crescimento e desgaste dos cascos de vacas avaliadas entre 1 e 5 lactações.

LACTAÇÕES	CRESCIMENTO	DESGASTE
1	5,52	5,40
2	4,16	4,44
3	3,80	4,56
4	4,17	4,14
5	4,08	4,16

Offer et al. (2000)

2.5 DUREZA E RESISTÊNCIA DOS CASCOS

Segundo Vermunt e Greenough (1995), a dureza é determinada pela utilização de aparelhos projetados para a medição da dureza de borrachas, sendo adaptados para a medição da resistência do casco. A dureza é determinada por um aparelho denominado durômetro, que possui em sua extremidade uma sonda pontiaguda que é forçada contra a superfície do material a ser testado. Quanto maior a profundidade de penetração dessa sonda menor é o valor da sua resistência e dureza e quanto menor a penetração maior é a sua resistência e dureza. Para Baggott et al. (1988) e Borderas et al. (2004) o ideal é a utilização do durômetro do tipo “Shore D”, devendo ser utilizado pelo mesmo operador para se manter a repetibilidade dos valores encontrados.

A dureza está intimamente relacionada à quantidade de água presente no casco. Uma vez que essa quantidade diminui, ocorre o aumento da dureza (Naumann, 1984). A diminuição da quantidade de água no casco contribui para menor abrasão e menor ocorrência de lesões (Dietz et al., 1986), sendo necessária a criação de um ambiente seco e uso regular de pedilúvio com formol para um endurecimento do tecido córneo para prevenção do aparecimento de lesões (Manson e Leaver, 1988a).

Entretanto, esses estudos apenas correlacionaram a quantidade de água e a dureza do casco, logo os mecanismos que levam às lesões não são claros. Correlação entre precipitação e lesões podais pode ser resultado de alterações sazonais, na proliferação de células e queratinização da própria unha (MacCallum et al., 2002). Assim, não está claro se as alterações na dureza e teor de água são causa ou

consequência de doenças podais (Borderas et al., 2004).

Borderas et al. (2004) ainda afirmaram que exposições rápidas a superfícies úmidas, resultam em rápida diminuição da dureza dos cascos. Eles avaliaram a absorção de água e a dureza em cascos submersos em água por 12 horas e observaram que a maior taxa de absorção de água foi na primeira hora (absorção de 1/3 do total de água absorvido nas 12 horas) e a maciez do casco foi mais rápida nas quatro primeiras horas de exposição à água (redução de 2/3 da maciez total nas 12 horas de exposição à água).

Em bovinos, segundo Leach, (1982), o tecido córneo possui a mesma dureza ao longo de toda a extensão da parede e a raça não interfere sobre a quantidade de água do casco (Schneider, 1980). Dietz e Prietz, (1981) afirmaram que cascos pigmentados apresentaram maior dureza que cascos não pigmentados, enquanto Clark e Rakes (1982) relataram que a dureza não estava relacionada com a coloração do casco. Em contrapartida, Chesterton et al. (1989) relataram que em rebanhos com maior prevalência de claudicação os animais apresentavam predominância de cascos não pigmentados.

Baggott et al. (1988) avaliaram a dureza e a composição dos cascos de 15 vacas da raça Holandês claudicantes e 27 não

claudicantes, imediatamente após abate. A dureza do casco entre três diferentes regiões analisadas (talão, sola e muralha) foi associada com a composição, sendo que a queratina mais dura da muralha apresentou maiores concentrações de cálcio, fósforo, cobre e zinco e menores concentrações de água, sódio, potássio e ferro do que a queratina mais macia do talão. Comparando os animais claudicantes e não claudicante as concentrações de magnésio no casco foram superiores nos animais claudicantes e as concentrações de zinco foram inferiores nos animais com claudicação. Não houve diferenças na dureza e na composição entre unhas laterais e mediais nos animais não claudicantes, enquanto que nos animais claudicantes as unhas laterais apresentaram menor dureza, maior quantidade de água, cinzas e magnésio que as unhas laterais.

Winkler e Margerison (2012) avaliaram a dureza da sola e da linha branca do casco por outro método, por meio de um aparelho que mede a resistência à perfuração e a textura do material ao se aplicar uma determinada força. Eles avaliaram a resistência aos 30, 60, 160 e 270 dias em lactação e identificaram que a sola começou a ficar mais macia aos 60 dias de lactação, mas aos 160 dias ela apresentou a menor resistência à perfuração. Na linha branca as medidas de resistência se tornaram menores somente aos 160 dias de lactação. Tanto na sola quanto na linha branca aos 270 dias de

lactação, as medidas de resistência apresentaram os maiores valores.

No momento da coleta do material para realização do teste anterior, os autores acima também atribuíam escores para os casos de hemorragias de sola encontradas e nos mesmos períodos avaliados acima determinaram um escore total de lesões que foram menores aos 30 e 270 dias e mais altos e semelhantes aos 60 e 160 dias de lactação (Winkler e Margerison, 2012).

2.6 ALTERAÇÕES NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

O período de transição de vacas leiteiras é considerado o período entre três semanas pré-parto e três semanas pós-parto, sendo caracterizado por intensas alterações endócrinas e diminuição da ingestão de alimento, quando a demanda de nutrientes para o desenvolvimento do feto e para a iminente lactogênese está aumentando (Grummer, 1995).

O início da produção de colostro e leite tem efeito direto no aumento da secreção de cálcio pela glândula mamária quando a mobilização óssea de cálcio das reservas é ineficiente, resultando em hipocalcemia. A redução da ingestão de alimentos nesse momento cria um balanço energético negativo, tendo o animal que utilizar as reservas corporais de energia estocada na forma de gordura, que, quando muito

intensa, pode resultar em doenças metabólicas. As vacas no período de transição também apresentam imunossupressão e tem que lidar com mudanças súbitas de dieta que podem resultar em distúrbios digestivos. Em adição aos desequilíbrios metabólicos, endócrinos e imunes pelos quais as vacas no período de transição passam, elas também ficam submetidas a condições ambientais e nutricionais adversas resultantes das mudanças de manejo de vacas secas para o de vacas em lactação. Quando todos esses efeitos são somados aos esforços do parto não é de se surpreender que o período de maior risco para a ocorrência de doenças seja o período pós-parto imediato (Mulligan e Doherty, 2008).

A importância de uma transição adequada entre as fases de gestação avançada e de lactação já é reconhecida, pois a vaca especializada em produção leiteira, durante este período, é um animal com grande risco de apresentar doenças metabólicas ou infecciosas, as quais podem facilmente acabar com toda a expectativa de produção de uma vaca durante o restante da lactação, além de aumentar gastos com tratamento veterinário, diminuir a fertilidade, aumentando o risco de descarte e conseqüentemente sua vida produtiva (Drackley, 1999).

Os prejuízos causados por estas doenças no gado leiteiro foram avaliados como sendo de \$190 por caso de mastite, \$285 por caso de retenção de placenta, \$340 por caso de deslocamento de abomaso, \$334 por caso de hipocalcemia clínica, \$346 por caso de claudicação e \$145 por caso de cetose clínica, sendo a incidência destas doenças de 14,7%, 7,8%, 3,5%, 5,2%, 11,6% e 13% respectivamente (Socha et. al., 2006).

Além dos prejuízos causados pelas doenças na forma clínica, os prejuízos causados pelas formas subclínicas conjuntamente com a queda no desempenho reprodutivo, saúde do úbere e dos cascos, faz com que a prevenção seja de vital importância para o aspecto financeiro e de bem estar dos animais (Mulligan, 2006).

Devido à importância deste período, o estudo da biologia e do manejo das vacas no período de transição tornou-se um grande ponto para pesquisas de nutrição e fisiologia. Apesar disso, a incidência de problemas de saúde durante o período de transição não diminuiu desde o século XIX, mesmo apesar de ter ocorrido grande avanço no conhecimento de nutrição, manejo alimentar e tecnologias para confinamento animal (Hayili e Grummer, 2004).

O processo de homeorrexia é um processo fisiológico de longo prazo para estabelecer adaptações no organismo devido a mudança

de um estado fisiológico para outro, como de não lactantes para lactantes ou não ruminantes para ruminantes. Para isso, ocorre uma série de alterações orquestradas no metabolismo para permitir ao animal se adaptar aos desafios do novo estado (DeGaris e Lean, 2008).

No período de transição as vacas passam exatamente por este processo, sofrendo uma grande mudança metabólica para conseguir suprir os requerimentos do feto em desenvolvimento e, posteriormente, suprir os requerimentos da lactação (Overton e Waldron, 2004).

Os problemas que resultam dos distúrbios na homeorrexia podem refletir na homeostase podendo resultar em hipocalcemia, a síndrome da vaca deitada, hipomagnesemia, cetose, edema de úbere, deslocamento do abomaso, metrite e baixa fertilidade (DeGaris e Lean, 2008).

Estima-se que a demanda de aminoácidos, ácidos graxos e glicose de uma vaca com quatro dias após o parto seja, respectivamente, duas, cinco e três vezes mais do que o requerimento de uma vaca com 250 dias de gestação (Bell et al., 1995). Além do mais, o requerimento de Ca aumenta até quatro vezes no dia do parto (Horst et al., 1996).

Ingvarsen et al. (2003) resumiram dados de 93.000 vacas na primeira lactação e 58.000

vacas na terceira lactação em rebanhos leiteiros da Dinamarca e observaram que a maior incidência total de doenças da produção (mastite, cetose, desordens digestivas e laminite) ocorreu no período de dez dias após o parto.

2.6.1 Alterações macrominerais

Os minerais são essenciais para o funcionamento correto de várias funções vitais do organismo, porém, durante o período do peri-parto eles sofrem uma grande alteração em suas concentrações e seu equilíbrio, principalmente devido à súbita necessidade de cálcio, fósforo e magnésio para o desenvolvimento do feto, para a produção de colostro e de leite. Por isso, apesar de todos estes minerais serem fundamentais para a homeostase do organismo, eles sofrem uma queda em suas concentrações no final de gestação enquanto o feto cresce e retira grandes quantidades destes da circulação sanguínea materna (Goff, 2006).

Após o parto, a crescente demanda nutricional devido à produção de leite e a queda acentuada na ingestão de matéria seca fazem com que muitas vezes as concentrações séricas de Ca, P e Mg atinjam valores abaixo do fisiológico, levando os animais a apresentarem hipocalcemia, hipofosfatemia e hipomagnesemia. Segundo Goff (2008), 25% das novilhas e aproximadamente 50%

das vacas estarão nesta situação após o parto apresentando concentrações plasmáticas de cálcio abaixo de 8mg/dl. A queda nas concentrações de cálcio e dos outros minerais são fatores de risco para a ocorrência de transtornos como metrite, deslocamento de abomaso, cetose, prolapso uterino, problemas reprodutivos.

2.6.1.1 CÁLCIO

O cálcio é um mineral com várias funções, além da muito conhecida mineralização dos tecidos esqueléticos. O cálcio presente no espaço extracelular é essencial para a transmissão dos impulsos nervosos, para a contração de músculos cardíacos e esqueléticos, na coagulação sanguínea e como componente do leite. Por sua vez, o cálcio presente no espaço intracelular está envolvido na atividade de uma ampla variedade de enzimas e serve como um importante segundo mensageiro transportando informações a partir da superfície da célula para o seu interior (NRC, 2001).

No organismo, 98% do cálcio está localizado no esqueleto, onde, junto com o ânion fosfato, fornecem força estrutural e dureza aos ossos e apenas 2% é encontrado no líquido extracelular (NRC, 2001).

A concentração sérica de cálcio no bovino adulto se mantém em torno de 8,5 a 10 mg/dl (Goff, 2004) sendo que 45 a 50%

deste está na forma ionizada. A concentração de cálcio não deve sofrer grande variação, principalmente na forma ionizada. As vacas só podem perder cerca de 50% das reservas de Ca circulante no sangue antes de uma crise de hipocalcemia se estabelecer (DeGaris e Lean, 2008). A hipocalcemia é caracterizada por graves distúrbios nos processos fisiológicos, como a perda do potencial elétrico e condutividade de membrana de músculos e nervos, resultando em perda de função de nervos e músculos, que pode em algumas vezes levar ao coma e à morte. Esta condição clínica é também conhecida como febre do leite (NRC, 2001).

As perdas de cálcio mais relevantes acontecem durante a gravidez pela necessidade de cálcio do feto e formação de colostro e, quando a vaca está em lactação, para a produção de leite (Overton e Waldron, 2004).

As principais formas de aumentar as concentrações de cálcio no organismo é através da sua ingestão na dieta, sendo absorvido principalmente por transporte ativo no trato digestivo, pela reabsorção da matriz óssea e pela reabsorção de uma grande porção de cálcio nos glomérulos renais, reduzindo assim a perda urinária (DeLuca, 1979; Bronner, 1987).

O paratormônio exerce uma importante função na homeostase do cálcio. Esse hormônio é secretado pela glândula paratireoide quando ocorre uma queda nas concentrações deste mineral. Sua ação no organismo desencadeia alguns mecanismos para regular essa queda nas concentrações sanguíneas de cálcio. Uma das suas principais formas de repor o cálcio é através da reabsorção da matriz óssea. Para exercer esta função, esse hormônio se liga aos osteoblastos (células formadoras da matriz óssea) que por sua vez, através de citosinas, ativam os osteoclastos, as células responsáveis pela reabsorção óssea (Taylor, 2008).

O paratormônio atua também no rim, aumentando a reabsorção tubular renal de cálcio e aumentando a excreção de fósforo na urina. Neste mesmo órgão, ele aumenta a produção da enzima 1- α -hydroxylase, a responsável pela ativação da vitamina D que é convertida no hormônio regulador de cálcio 1,25-dihidroxitamina D (também conhecido como 1,25 dihidroxicolecalciferol). A vitamina D é produzida pela pele de quase todos os mamíferos pela conversão fotoquímica de 7-deidrocolesterol. O fígado tem uma alta afinidade pela vitamina D circulante, onde ela é hidroxilada em 25-hidroxitamina D, uma forma inativa, pela ação de enzimas microsomais. A 25-hidroxitamina D volta à circulação sanguínea e é convertida em 1,25- dihidroxivitamina D nos rins pela

ação da 1- α -hydroxylase. Este hormônio então é capaz de aumentar o transporte ativo do cálcio e fósforo através das células epiteliais do intestino pelo aumento do número de receptores a estes minerais na superfície celular (Taylor, 2008).

Com todos esses mecanismos que o paratormônio tem a capacidade de desencadear, o cálcio é mantido dentro dos limites fisiológicos. Porém, às vezes esses mecanismos são superados por situações e fatores que impedem a homeostase do cálcio levando a queda da concentração do mineral e a hipocalcemia clínica e subclínica. Durante o final da gestação, as demandas de cálcio da vaca aumentam em até quatro vezes. Essa grande quantidade de cálcio é requerida para produção de colostro e para o crescimento fetal. Depois do parto, a vaca deve mobilizar cerca de 30g/dia de Ca. Como consequência deste aumento rápido da demanda de cálcio, quase todas as vacas passam por algum grau de hipocalcemia durante os primeiros dias após o parto enquanto intestino e ossos se adaptam as novas e altas demandas de cálcio para a lactação. Nas vacas em que a concentração de Ca declina e atinge concentrações que comprometam a função neuromuscular, ocorre a síndrome clínica conhecida como febre do leite (Horst, 1996).

Normalmente, são nas primeiras 24 horas depois o parto que a concentração de Ca é

mais baixa no sangue sendo este o melhor momento para avaliarmos a ocorrência de hipocalcemia subclínica em um rebanho (Goff, 2008; Souza Júnior et al., 2011; Moreira, 2013).

Em um estudo realizado em Minas Gerais com 21 vacas da raça Holandês em sistema de “tie-stall” desde 28 dias antes da data prevista do parto até 21 dias após o parto, Souza (2008) relata que 14% das vacas estavam com concentrações de cálcio abaixo dos limites fisiológicos dois dias antes do parto e esta proporção subiu no momento do parto para 76,2%. Além disso, 38% das vacas apresentaram a concentração sérica de cálcio total no parto menor que 7,5 mg/dl, que é considerado um valor limite para confirmação do diagnóstico de hipocalcemia, segundo Oetzel (1988). Isso demonstra que a habilidade do animal em mobilizar esse mineral foi insuficiente e ocasionou o surgimento de hipocalcemia apesar de nenhum animal apresentar sinais clínicos. Outro estudo realizado em sistema confinado, comparando a incidência de hipocalcemia entre vacas que pariam no verão e no inverno, relata uma incidência de 35% de animais hipocalcêmicos no verão e de 75% no inverno (Moreira, 2013).

Vários fatores interferem no homeostase do cálcio, como raças mais suscetíveis a desenvolverem a febre do leite, como a raça Jersey (Horst, 1996). As vacas com maior número de lactações têm maior chance de

terem a doença devido à mobilização óssea ser mais lenta. Lean et al. (2006) encontraram um aumento de 9% do risco da ocorrência de hipocalcemia por lactação. A herdabilidade da hipocalcemia é baixa, sendo relatada na literatura uma herdabilidade de 4% (Lean et al., 2006).

A alcalose metabólica é um importante fator que predispõe a vaca a ter febre do leite e à hipocalcemia subclínica. Estudos *in vitro* sugerem que a conformação do receptor do paratormônio é alterada durante a alcalose metabólica o que leva a diminuição da sensibilidade dos tecidos ao paratormônio. Então, nestas situações, os ossos não produzem a sua resposta osteoclástica, os rins reduzem a sua reabsorção de Ca e cessa a conversão de vitamina D em 1,25-dihidroxitamina D. Este quadro normalmente ocorre devido a dietas desbalanceadas, cuja composição é formada por muitos cátions e poucos ânions, resultando em um pH sanguíneo mais elevado (Goff, 2004).

O magnésio possui um papel importante na homeostase do cálcio, sendo que a hipomagnesemia afeta de duas formas o metabolismo do cálcio. A primeira é reduzindo a secreção do paratormônio e a segunda é reduzindo a sensibilidade dos tecidos ao paratormônio. Em vacas com hipomagnesemia, mesmo desenvolvendo hipocalcemia, as concentrações do paratormônio não subiram e então se

concluiu que o magnésio é essencial para a liberação do paratormônio e também para a síntese de 1,25-dihidroxitamina D (Lean et al., 2006). A interferência da queda das concentrações de magnésio na sensibilidade dos tecidos ao paratormônio ocorre porque ao se ligar ao seu receptor nos ossos e no rim, o paratormônio ativa a adenilciclase, resultando na produção do segundo mensageiro AMP cíclico. Em outros tecidos, o receptor do paratormônio ativa a fosfolipase C, que acarreta na formação dos segundos mensageiros diacilglicerol e inositol 1,4,5-trifosfato. Ambos, adenilciclase e fosfolipase C, possuem um sítio de ligação com o íon Mg^{2+} , o qual deve estar ocupado para que haja total resposta ao hormônio (Goff, 2004).

Quando a concentração sérica de fósforo aumenta acima de 6mg/dL, o fosfato possui um efeito inibitório direto na enzima renal que converte a 25-hidroxitamina D em 1,25-dihidroxitamina D. Desta forma, mesmo que haja secreção de paratormônio e o reconhecimento dos tecidos, a vaca será incapaz de produzir o hormônio necessário para a ativação do transporte ativo de cálcio intestinal e a vaca sofrerá consequências na homeostase do cálcio (Goff, 2004).

Existem duas correntes básicas de estudos visando à prevenção da hipocalcemia clínica e subclínica. A primeira é oferecer para a vaca no pré-parto uma dieta com concentração baixa de cálcio, desta forma

fazendo com que as vias metabólicas de mobilização de cálcio e de reabsorção renal estejam mais ativas e responsivas, porém as concentrações de cálcio deveriam ser tão baixas que na prática é de difícil aplicação (DeGaris e Lean, 2008).

A segunda teoria para prevenção de hipocalcemia é a manipulação da diferença cátion-ânion na dieta (DCAD). O princípio básico desta teoria é que o pH do plasma sanguíneo é determinado por quatro fatores principais e independentes: a pressão parcial de CO₂; a solubilidade do CO₂ no plasma, o qual é temperatura dependente; a diferença entre a concentração do íons fortes e a concentração plasmática de substâncias tamponantes fracas (principalmente albumina, globulina e fosfato). Os íons fortes são considerados principalmente os cátions Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ e NH₄⁺ e os ânions são Cl⁻ e SO₄⁻ (DeGaris e Lean, 2008).

Ao ingerir uma dieta com mais ânions do que cátions ocorre uma fraca acidose metabólica. Este estado provoca uma maior resposta aos mecanismos de mobilização óssea, aumenta a concentração de 1,25-dihidroxitamina D no sangue e conseqüentemente melhor absorção de cálcio na dieta resultando em um aumento na concentração do cálcio ionizado, que é o cálcio realmente utilizado pelo organismo em relação ao cálcio total (DeGaris e Lean, 2008).

A hipocalcemia favorece o aumento da incidência de retenção de placenta, metrite e mastite resultante da diminuição do tônus muscular do útero e do esfíncter do teto e da imunossupressão. Curtis et al. (1983) demonstraram que vacas que tiveram febre do leite tem uma chance oito vezes maior de apresentar cetose e mastite. Além disso, a incidência de distocia, retenção de placenta, deslocamento de abomaso e prolapso uterino aumenta em vacas que tiveram a febre do leite (Horst, 1996).

Vacas com hipocalcemia também apresentam uma queda mais acentuada de ingestão de alimentos, resultante da menor motilidade gastrointestinal. A baixa concentração de cálcio sanguíneo também é capaz de inibir a secreção de insulina, agravando com estes dois mecanismos o balanço energético negativo, aumentando a mobilização de gordura e, conseqüentemente, o risco de cetose (Goff e Horst, 1997a).

Foi levantada a hipótese de que as baixas concentrações de cálcio no sangue eram capazes de contribuir para a imunossupressão no peri-parto. Entretanto, essa hipótese foi descartada quando não foi encontrada diferença ao comparar a capacidade funcional dos leucócitos de vacas hipocalcêmicas e vacas normocalcêmicas (Kehrli e Goff, 1989). Porém, Kimura et al. (1999) revelou que vacas mastectomizadas eram menos

imunossuprimidas do que vacas com a glândula mamária intacta. Completando suas descobertas, Kimura et al. (2006) relataram que as reservas de cálcio nos leucócitos mononucleares diminuía antes das concentrações séricas de cálcio, o que potencializava a imunossupressão dos animais no período de transição.

Os resultados apresentados mais recentemente por Martinez (2012) corroboram com os estudos de Kimura et al. (2006) ao relatar que vacas hipocalcêmicas (concentração de cálcio sérico menor ou igual a 8,59mg/dL) nos três primeiros dias após o parto apresentaram menor concentração de neutrófilos e estes apresentaram sua função comprometida.

2.6.1.2 FÓSFORO

O fósforo possui mais funções biológicas conhecidas que qualquer outro elemento mineral. Semelhante ao cálcio, 80% do fósforo do corpo é encontrado nos ossos e dentes. O restante está espalhado no resto do organismo onde, em cada célula do corpo, ele participa de moléculas de transferência de energia como o ATP. Está também envolvido no sistema tampão ácido-base do sangue e de outros líquidos corporais, na diferenciação celular e é componente da parede celular de fosfolipídios, fosfoproteínas e ácidos nucleicos (NRC, 2001).

A concentração de fósforo inorgânico plasmático está normalmente entre 1,3 e 2,6 mmol/L ou 4 a 8 mg/dL. Cerca de 1 a 2 g de fósforo estão presentes no “pool” de fósforo inorgânico plasmático e 4 a 7 g de fósforo estão normalmente presentes no pool extracelular de fósforo de uma vaca de 500 kg. A concentração intracelular de fósforo é cerca de 25 mmol/L ou 78 mg/dl e o conteúdo total de fósforo intracelular do corpo é cerca de 155 gramas, com 5 a 6 gramas localizados dentro de eritrócitos (Goff, 2000).

Presumivelmente, como em não ruminantes, a absorção ocorre via dois mecanismos distintos. Um sistema de transporte ativo saturável dependente de vitamina D, separado e distinto do mecanismo de transporte ativo para cálcio, que atua quando os animais recebem dietas com baixos níveis de fósforo. A síntese de 1,25 dihidroxicolecalciferol pode ser estimulada quando fósforo sanguíneo está muito baixo resultando em eficiente absorção intestinal (Horst, 1986). A absorção passiva predomina quando quantidades normais ou grandes de fósforo potencialmente absorvíveis são consumidas. Esta forma de absorção está associada diretamente à quantidade no lúmen do intestino delgado e a concentração no plasma sanguíneo (Reinhardt et al., 1988).

A principal forma de absorção do fósforo é via transporte ativo responsivo a 1,25

dihidroxicolecalciferol que ocorre no intestino delgado. A eficiência de absorção intestinal de fósforo pode, em teoria, ser regulada durante os períodos de deficiência deste mineral, porém, a concentração de fósforo no plasma deve alcançar valores muito baixos (menos que 1 ou 2 mg/dl) para que realmente possa estimular o aumento na produção renal de 1,25 dihidroxicolecalciferol. As concentrações plasmáticas de fósforo são geralmente bem correlacionadas com absorção na dieta sendo absorvido além do necessário é rapidamente excretado na urina e saliva (Reinhardt et al., 1988).

Antes mesmo do parto, durante o final da gestação, o desenvolvimento fetal pode afetar as concentrações séricas de fósforo, pois este acaba por retirar até 10g de fósforo por dia das reservas maternas devido a sua necessidade de crescimento e a produção de leite pode requerer até 1g de fósforo/kg de leite produzido (Souza, 2008).

Souza (2008) avaliando a concentração de fósforo sérico no parto de vacas da raça Holandês pluríparas verificou que dos 21 animais que participaram da avaliação experimental, sete deles, ou seja, 33% apresentaram a concentração de fósforo sérico abaixo dos valores de referência para a espécie bovina (4 a 8 mg/dl). Isso reforça a observação de outros autores que relatam a queda deste mineral no dia do parto e

durante os quadros de hipocalcemia (Wilson et al., 1977; Reinhardt et al., 1988; Van Mosel et al., 1991; Goff, 1998; NRC, 2001).

Em animais que desenvolvem quadros de hipocalcemia é comum que a queda das concentrações de fósforo seja agravada, pois com a queda do cálcio sanguíneo o hormônio da paratireoide é secretado em grandes quantidades no organismo, promovendo a perda urinária de fósforo. Em vacas de leite, as concentrações plasmáticas de fósforo rotineiramente caem abaixo da variação normal (4 a 6 mg/dl) ao parto e em vacas com febre do leite as concentrações estão geralmente entre 0,3 a 0,6 mmol/l ou 1 a 2 mg/dl. Após o tratamento da vaca hipocalcêmica com soluções intravenosas de cálcio, as concentrações de fósforo geralmente aumentam voltando a concentrações normais. Essa recuperação é causada pela redução na secreção de paratormônio, diminuindo a perda urinária e salivar de fósforo e o retorno da motilidade gastrointestinal acompanhada pelo aumento nas concentrações plasmáticas de 1,25 dihidrovitamina D, que permite absorção do fósforo da dieta e menores perdas renais (Goff, 2000).

2.6.1.3 MAGNÉSIO

O magnésio é um mineral essencial e é o principal cátion intracelular, sendo cofator

de várias reações enzimáticas vitais para as principais vias metabólicas. O magnésio extracelular é fundamental para a condução normal de impulsos nervosos, função muscular e formação mineral óssea (NRC, 2001; Goff, 2004). Muitas enzimas tais como ATPases, kinases e fosfatases, requerem magnésio para a ativação. Magnésio está envolvido em vários processos fisiológicos e bioquímicos incluindo síntese de RNA, DNA e proteínas (Martens e Schweigel, 2000). Os tecidos corporais de uma vaca leiteira de 500 kg de peso vivo contêm aproximadamente 250g de magnésio, sendo que 65-70% (cerca de 170g) faz parte da fração mineral do osso e 30-35% (cerca de 70g) está no líquido intracelular de todos os tecidos moles, em especial em massas musculares. O magnésio intracelular é essencial para o funcionamento normal de uma quantidade de enzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas, especialmente aquelas que participam na transferência de grupos PO_4^{4-} na geração de ATP. O líquido extracelular contém aproximadamente 1% do magnésio corporal e a concentração normal de magnésio no plasma sanguíneo é, em ruminantes, 1,8 a 2,4 mg/dl (Goff, 2004). Sua concentração no líquido extracelular é essencial para manter o potencial de membrana de repouso no tecido nervoso e na placa neuromuscular e, portanto, seu decréscimo para valores inferiores a 1,2 - 1,5 mg/dl pode levar a tetania hipomagnesêmica, que é a doença

clínica mais grave ocasionada pela deficiência deste cátion (Reinhardt et al., 1988).

O osso não é uma fonte significativa de magnésio que pode ser utilizada em tempos de deficiência, como a reabsorção óssea que ocorre em resposta a homeostasia de cálcio. A manutenção da concentração normal de magnésio no plasma é totalmente dependente da absorção do magnésio da dieta (NRC, 2001; Goff, 2004). Nos ruminantes, o magnésio da dieta é absorvido principalmente no rúmen por um mecanismo ativo de transporte, com um componente eletrogênico e um componente eletroneuro (Leonhard-Marek et al., 1991), que depende da atividade de uma “bomba” Na^+/K^+ -ATPase sendo dependente dos substratos energéticos disponíveis no rúmen. Uma pequena quantidade de magnésio da dieta é também absorvida dentro do intestino grosso. É geralmente aceito que o excesso de magnésio é rapidamente excretado na urina com os rins desempenhando o principal papel na homeostasia de magnésio (Martens e Schweigel, 2000).

Reinhardt et al. (1988) e Goff et al. (1989) sugerem que o paratormônio pode afetar o metabolismo do magnésio modificando o limiar renal para eliminação urinária, diminuindo a eliminação através da urina, aumentando a reabsorção óssea e promovendo o aumento da concentração

plasmática. Alguns autores observaram elevação nas concentrações de magnésio no parto (Marquardt et al., 1977; Wilson et al., 1977). Porém, diferente destes resultados, Souza (2008) relatou pouca variação do magnésio antes e após o parto.

2.6.2 Alterações do metabolismo energético

Dentre as várias mudanças metabólicas que ocorrem neste período, uma delas é o aumento da lipólise e diminuição da lipogênese. Isso ocorre devido à queda na ingestão de matéria seca pelo animal (Grummer, 1995), que pode diminuir de 20 e 40% (Hayili e Grummer, 2004). Sendo assim, a vaca não consegue suprir as exigências nutricionais do feto que só aumentam no final da gestação (Bell et al., 1995) e as exigências da grande demanda energética para a produção de leite. Como demonstrado por Bell et al. (1995), as exigências nutricionais de energia líquida e proteína metabolizável de uma vaca aos 4 dias pós-parto superam a ingestão destes nutrientes em 26 e 25%, respectivamente. Além disso, só as exigências da glândula mamária para a produção de leite consomem 97% da energia líquida e 83% da proteína metabolizável provenientes da dieta.

Isso acaba exigindo que o animal utilize as suas reservas corporais para suprir todas estas demandas, aumentando a lipólise e,

como consequência, aumentando a concentração de ácidos graxos não esterificados (NEFA) no sangue. Estes podem ser utilizados como fonte energética por vários tecidos entre eles a glândula mamária e o fígado. Os NEFA no fígado sofrem β -oxidação produzindo acetil CoA, NADH e FADH, os quais podem entrar no Ciclo do Ácido Cítrico e na Cadeia de Transporte de Elétrons, respectivamente, gerando ATP (Stipanuk, 2000). A acetil CoA que não for incorporada no ciclo do ácido cítrico pode ser oxidada até corpos cetônicos, principalmente β -hidroxibutirato e acetoacetato (Goff e Horst, 1997a). Os NEFA que não sofrerem a β -oxidação podem ser esterificados para formar triglicerídeos e serem armazenados ou exportados a outros tecidos (Drackley, 1999; Li et al., 2012). No entanto, os ruminantes apresentam capacidade limitada para oxidar completamente os NEFA e exportar triglicérides como lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), de forma que alta mobilização em relação à baixa exportação pelo fígado ocasiona o acúmulo hepático de gordura predispondo o animal a doenças metabólicas (Bell et al., 1995; Drackley, 1999; Katoh, 2002).

As mitocôndrias das células hepáticas são as responsáveis por realizar a β -oxidação dos NEFA, porém como forma alternativa, esse processo pode ocorrer nos peroxissomos (Drackley et al., 2001). O

sistema composto pela carnitina palmitoil transferase I (CPT-1) e II (CPT-2) e carnitina-acilcarnitina translocase é o responsável pelo transporte dos ácidos graxos do citosol para dentro da mitocôndria (Li et al., 2012). Roche et al. (2009) descreveram aumento da atividade da enzima CPT-1 em quadros de balanço energético negativo, incluindo o pós-parto. Isso ocorre provavelmente devido a menor concentração da malonil-CoA, o qual é o principal inibidor da CPT-1, sendo que a malonil-CoA é menor em casos de hipoinsulinemia (Drackley et al., 2001; Drackley et al., 2005).

Os peroxissomos podem ser um sítio alternativo para a β -oxidação dos NEFA, de forma que muitas vezes ocorre aumento dessa via metabólica como adaptação do metabolismo dos NEFA pelo fígado durante o período de transição (Grum et al., 2002). Segundo Grum et al. (1996), em um estudo da capacidade *in vitro* do fígado de oxidação do palmitato, a contribuição da oxidação pelos peroxissomos chegou a 50% e que esta forma de β -oxidação aumenta em 12% um dia pós-parto em relação ao 21º dia pré-parto.

Nos ruminantes, a formação de corpos cetônicos é regulada pela ação da enzima 3-hidroxi-3-metilglutaril-CoA sintetase (HMG-CoA). Ela é a responsável por regular a conversão de acetil-CoA até corpos cetônicos (Li et al., 2012). Ela é

inativada pela succinil-CoA, cuja concentração é proporcional à oferta de propionato (Roche et al., 2009).

A esteatose hepática e a cetose são transtornos metabólicos que ocorrem em vacas leiteiras associados com o excesso de liberação de lipídeos, o qual ocorre devido à inabilidade de manter as mudanças homeorréticas (Hayili e Grummer, 2004). Muitas vacas sofrem tanto de cetose como de esteatose hepática neste período (Grummer 1993). Esses dois transtornos metabólicos causam diminuição da atividade hepática (Hayili e Grummer, 2004).

2.6.2.1 CETOSE

A Cetose é uma doença que ocorre principalmente no início da lactação (Hayili e Grummer, 2004). A sua incidência varia entre 3,5 e 15% nos Estados Unidos, com um custo estimado de U\$150 por caso clínico, totalizando um gasto anual entre 60 e 70 milhões de dólares (Littledike e Goff, 1987).

Ela é caracterizada por uma alta concentração de corpos cetônicos na circulação e hipoglicemia. Os corpos cetônicos podem estar presentes e conseqüentemente podem ser quantitativamente medidos no sangue, leite e urina (Goff e Horst, 1997b). Os principais corpos cetônicos gerados pela oxidação

incompleta dos NEFA são o BHB, acetoacetato e acetona (Li et al., 2012; Herdt, 2000).

Poderíamos classificar a ocorrência de cetose como sendo clínica ou subclínica (Dohoo e Martin, 1984; Melendez, 2006). Na cetose clínica, a maioria dos animais apresenta sintomas inespecíficos como consumo de alimentos diminuído, perda de peso e de produção. Apenas em casos mais severos ocorre sintomatologia nervosa, com o animal apresentando falta de coordenação, cegueira, olhar fixo, fibrilação muscular, lamber ou morder excessivo, agressividade ou vocalização (Radostits et al., 2007; Adewuyi, 2005; Ingvarstsen, 2006).

A definição de cetose subclínica é o excesso de corpos cetônicos circulantes sem que haja sintomas clínicos (Andersson, 1988) e é diagnosticada quando a concentração plasmática de BHB é superior a 1,2 mmol/L (Duffield, 2000).

Animais que sofreram de cetose subclínica possuem de 3 a 8 vezes mais chances de desenvolverem deslocamento de abomaso, 3 vezes mais chances de terem metrite, além de favorecer a ocorrência de retenção de placenta, cetose clínica, febre do leite e aumentar a duração e severidade da mastite (Hayili e Grummer, 2004, LeBlanc, 2010).

2.6.2.2 ESTEATOSE HEPÁTICA

A esteatose hepática também é conhecida como síndrome da vaca gorda ou fígado gorduroso é caracterizada como uma desordem metabólica que ocorre devido ao acúmulo de lipídeos nos hepatócitos (Grummer, 1993; Bobe, 2004; Hayili e Grummer, 2004; Roche et al., 2009). O que causa este acúmulo hepático de lipídeos é a grande mobilização de gordura em contraste com uma baixa capacidade do ruminante em oxidar completamente e exportar os triglicerídeos do fígado (Grummer, 1993; Bobe, 2004).

A capacidade do ruminante em exportar os triglicerídeos do fígado é baixa em relação a outras espécies, porém a razão exata para isso não é certa (Katoh, 2002). A apolipoproteína B 100 (apoB) é a lipoproteína predominante no VLDL, responsável pela exportação dos triglicerídeos presentes no fígado (Hayili e Grummer, 2004; Drackley et al., 2005). Acredita-se que a baixa capacidade do ruminante em produzir esta proteína seja um dos fatores da limitação da capacidade de exportação de triglicerídeos hepáticos (Drackley et al., 2005). Além disso, as concentrações de apoB diminuem à medida que aumenta a quantidade de triglicerídeos nos hepatócitos (Katoh, 2002).

Um fator que vem ganhando destaque como causador desta desordem é o processo inflamatório (Ametaj et al., 2002; Katoh, 2002). Alguns dos efeitos da resposta inflamatória no organismo são a diminuição do apetite, a mobilização tecidual, quebra de glicogênio hepático e acúmulo de triglicerídeos (Bradford, 2010). Esse efeito acontece devido ao aumento de citosinas pró-inflamatórias, principalmente o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) (Ametaj et al., 2002), que aumenta a resistência à insulina, diminui a produção de glicose no fígado e aumenta as concentrações plasmáticas das proteínas haptoglobina e amiloide sérica A (Katoh, 2002).

2.6.2.3 MARCADORES DO METABOLISMO ENERGÉTICO

O aumento da concentração de BHB e NEFA são utilizados como marcadores do balanço energético negativo sendo capazes de determinar a sua intensidade. Estudos anteriores demonstraram que concentrações aumentadas destes metabolitos estão associados com risco aumentado de desenvolvimento de doenças (Cameron et al., 1998; Le Blanc et al., 2005, Ospina et al., 2010a), falha reprodutiva (Ospina et al., 2010b) e queda de produção (Dohoo e Martin, 1984; Duffield et al., 2009). Limiares foram determinados para concentrações de BHB e NEFA que estão associados com doenças e quedas nos índices reprodutivos e de produção (Le

Blanc et al., 2005; Duffield et al., 2009; Ospina et al., 2010a). Esta informação permite a identificação de cada animal em risco para as doenças de acordo com os resultados dos testes com base no seu nível de balanço energético negativo durante o período de transição.

Ospina (2010a) conduziu um estudo que indicou que rebanhos com mais de 15% das vacas com NEFA acima de 0,3 mmol/L no pré-parto e acima de 0,7 mmol/L no pós-parto ou BHB acima de 1,2 mmol/L no pós-parto apresentam maiores chances de ocorrência de doenças, de apresentarem baixo desempenho reprodutivo e menor produção de leite. A variação de NEFA pode ser um bom marcador para a variação de ingestão de matéria seca tanto no pré-parto como no pós-parto (Overton, 2011).

2.7 FATORES QUE INTERFEREM A FORMAÇÃO E QUALIDADE DOS CASCOS

2.7.1 INSULINA

Hendry et al. (1999) demonstraram que a insulina se liga tanto na porção dérmica como da epidérmica do casco bovino. Síntese de proteína e DNA foi estimulada em cultura de tecidos do casco bovino após 24 horas na presença de insulina.

No período pós-parto há um decréscimo da sensibilidade dos receptores de insulina à

presença deste hormônio (Cowie et al., 1980). Vermunt e Greenough (1994) sugeriram que uma superalimentação durante o período seco leva a hiperinsulinemia e hiperglicemia, que são dois sinais clássicos da resistência dos receptores à insulina, podendo futuramente predispor os animais a laminites.

Green et al. (2002) reportaram que a maioria dos primeiros casos de claudicação foi maior nos três primeiros meses de lactação, sugerindo que fatores que afetam a formação do casco durante o período seco e início da lactação resultam na formação de um tecido córneo de qualidade inferior e claudicação.

2.7.2 FATOR EPIDERMAL DE CRESCIMENTO

Hendry et al. (1999) identificaram que o fator epidermal de crescimento, que apresenta um potente efeito mitogênico e de anti-diferenciação em outros tecidos epiteliais (digestivo e uterino), foi identificado na camada epidermal em diferenciação. Este hormônio também estimulou a síntese de proteína em cultura de tecidos do casco bovino.

O efeito do fator epidermal de crescimento na síntese de proteínas indica que o controle endócrino da queratinização é modulado localmente, dentro do próprio tecido (Hendry et al., 1999). Porém, assim como

em outros tecidos, o controle local do fator epidermal de crescimento pode ser modulado por mudanças hormonais sistêmicas. Um exemplo dessas alterações hormonais é o aumento das concentrações de cortisol no final de gestação, que diminuem a produção local do fator epidermal de crescimento em uma variedade de tecidos (Plaut, 1993). Se isso também ocorrer no casco, a formação de queratina poderia ser inibida quando as concentrações de cortisol do animal estiverem aumentadas (Hendry et al., 1999).

2.7.3 PROLACTINA

Hendry et al. (1999) observaram que a síntese de proteína estimulada pelo fator epidermal de crescimento em culturas de casco bovino foi antagonizada em um grau moderado pela prolactina, sendo este outro fator que reduz a síntese de queratina durante a lactação.

2.7.4 GLICOCORTICÓIDES

Goff e Horst (1997b) evidenciaram que vacas leiteiras periparturiente são frequentemente submetidas a estresse com um subsequente aumento nas concentrações de cortisol. Os glicocorticoides podem impactar negativamente na maturação dos queratinócitos, afetando a síntese de proteínas que o cortisol tem efeito, afetando o metabolismo de glicose, proteínas e lipídios. Hendry et al. (1999) observaram

que a hidrocortisona inibiu a síntese de proteínas em cultura de casco bovino.

2.7.5 AMINOÁCIDOS

Os aminoácidos Cisteína, Histidina e Metionina são importantes no estabelecimento da integridade estrutural dos queratinócitos (Ekfalck, 1990; Ekfalck et al., 1990). A formação de pontes dissulfeto entre resíduos de Cisteína são importantes no estágio final de cornificação e queratinização e na formação do envelope celular, proporcionando rigidez da parede celular (Fraser e MacRae, 1980) e alta resistência a uma variedade de enzimas proteolíticas (Elias, 1981).

NRC (2001) sugere que vacas leiteiras de alta produção podem não estar aptas a suprir quantidades adequadas de proteína metabolizável demandada para a produção leiteira, principalmente no início da lactação, quando a ingestão de matéria seca destes animais está deprimida (Marquardt et al., 1977).

2.7.6 CÁLCIO

O cálcio tem um importante papel no processo de queratinização e cornificação, sendo necessário para a ativação da enzima transglutaminase epidermal, importante nas ligações entre as fibras de queratina do envelope celular e em adição está envolvida na iniciação e regulação da diferenciação

final das células epidérmicas. Esta enzima faz a ligação entre as proteínas do envelope celular no lado citoplasmático da muralha celular via ligações glutamyl-lisina para formar uma muralha celular rígida (Mülling et al., 1999).

Indisponibilidade de cálcio por suprimento vascular inadequado (Nocek, 1997) ou resultante de quadros de hipocalcemia resultam em depressão da atividade da transglutaminase epidermal e formação de um tecido córneo mal queratinizado. Mülling et al. (1999) identificaram que células epidermais em diferenciação foram muito sensíveis a mudanças nas concentrações plasmáticas de cálcio, sugerindo que os quadros de hipocalcemia peri-parto certamente influenciam a diferenciação das células epidermais.

Reinhardt et al. (2011) encontraram altas prevalências de hipocalcemia subclínica em vacas leiteiras entre uma e seis lactações nas primeiras 48 horas pós-parto. As prevalências foram de 25%, 41%, 49%, 51%, 54% e 42% em vacas de primeira à sexta lactação, respectivamente.

2.7.7 ZINCO

O zinco tem sido identificado como um mineral muito importante no processo de queratinização (Smart e Cymbaluk, 1997; Mülling et al., 1999; Mülling, 2000). Ele apresenta três funções no processo de

queratinização: catalítica, estrutural e regulatória (Cousins, 1996).

Sua função catalítica é observada em enzimas, que são dependentes do zinco para sua ativação. Estas enzimas são RNA-nucleotídeo transferase, RNA-polimerase, fosfatase alcalina, carboxipetidase, álcool desidrogenase, e anidrase carbônica (Cousins, 1996; NRC, 2001). A presença de ácido ribonucleico e desoxirribonucleico, ácido ascórbico, grupos aldeídos livres e fosfatase alcalina em células em queratinização são um indicador positivo de intensa atividade celular (Frazer e MacRae, 1980; Hendry et al., 1997).

O zinco também está envolvido na formação de proteínas estruturais do processo de queratinização, em funções que envolvem interações entre moléculas proteicas, sendo estas proteínas denominadas “Zn-finger proteins”, sendo importantes no processo de diferenciação e proliferação celular. Estas “Zn-finger proteins” apresentam a seguinte estrutura: -C-X₂-C-X_n-C-X₂-C, sendo “C” o aminoácido Cisteína e “X” outros aminoácidos (Cousins, 1996).

Frazer e MacRae (1980) identificaram que a sequência de pentapeptídeos Cys-Gln-Pro-(Ser, Thr)-Cys foi identificada em uma cadeia proteica α -helice de queratina de consistência mais dura de mamíferos. Também postularam que as posições dos

aminoácidos cisteína favorecem a formação de conformação β , que é estabilizada por ligações dissulfeto entre os resíduos de cisteína. Isso suporta a ideia que a insuficiência de zinco diminui a formação de “Zn-finger proteins” e também dos filamentos de queratina necessários para o desenvolvimento do queratinócitos.

A função regulatória do Zn está representada pela regulação da calmodulina, da proteinoquinase C, do hormônio tireoidiano e da síntese do fosfato de inositol. A calmodulina é responsável pela ligação e carreamento do Ca^{2+} para o citosol celular, sendo importante no estágio final do desenvolvimento dos queratinócitos, porque como descrito anteriormente, o cálcio é importante na ativação da transglutaminase epidermal. A proteinoquinase C (que também é cálcio dependente) é responsável pela fosforilação de proteínas fornecendo energia para o processo de diferenciação celular. O hormônio tireoidiano atua na regulação da calmodulina e da proteinoquinase C. O fosfato de inositol aumenta as concentrações de Ca^{2+} pela mobilização dos estoques intracelulares, principalmente do retículo endoplasmático (NRC, 2001).

2.7.8 COBRE

A maior importância do cobre na formação do tecido córneo é a ativação da enzima tiol-oxidase, responsável pela formação de

pontes dissulfeto entre os aminoácidos cisteína dos filamentos de queratina, o que determina a rigidez da matriz celular queratinizada (O'Dell, 1990).

2.7.9 SELÊNIO

O selênio é um constituinte da enzima glutathiona peroxidase, que é responsável pela redução do H_2O_2 e O_2 livre em H_2O . A glutathiona peroxidase protege os lipídios da membrana celular de dano oxidativo (NRC, 2001).

Entretanto a suplementação excessiva de selênio pode ser prejudicial ao desenvolvimento dos queratinócitos. O excesso de Se é incorporado às fibras de queratina dos queratinócitos em maturação na forma de Se-Cys ou Se-Met, que ocupam os sites de inserção de cisteína (Cys) e Metionina (Met). Essa alteração interfere na tão importante formação de pontes dissulfeto durante o processo de cornificação, levando a uma perda de rigidez estrutural e integridade do casco (NRC, 2001).

2.7.10 MANGANÊS

O manganês tem uma função indireta na ocorrência de claudicação. Ele é necessário para a ativação das enzimas

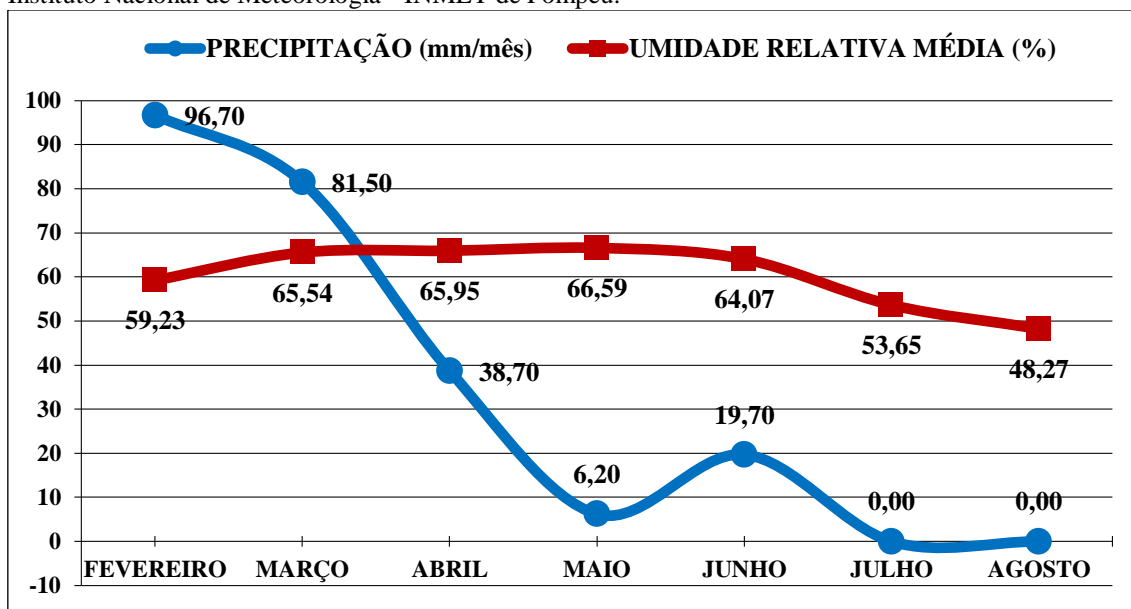
galactotransferase e glicosiltransferase, que são necessárias para a síntese cadeias laterais de sulfato de condroitina das moléculas de proteoglicanos. Proteoglicanos são essenciais na formação normal das cartilagens e ossos, e animais que sofrem de deficiência de manganês poderão apresentar anormalidades esqueléticas, pernas deformadas e encurtamento de tendões (NRC, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

A fazenda em que o experimento foi realizado está localizada entre os municípios de Martinho Campos e Pompeu, na região centro-oeste de Minas Gerais, situado a 19° 19' de latitude Sul e 45° 14' de longitude Oeste, com altitude média de 674 metros. O clima se caracterizava por verão chuvoso e inverno seco. O experimento foi realizado entre os meses de fevereiro e agosto de 2012. As informações de pluviosidade e umidade relativa da estação meteorológica mais próxima do local do experimento estão representadas no Gráfico 1.

GRÁFICO 1 – Distribuição da precipitação pluviométrica total e da umidade relativa média entre os meses de fevereiro e agosto de 2012 em Pompeu – MG. Dados obtidos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET de Pompeu.

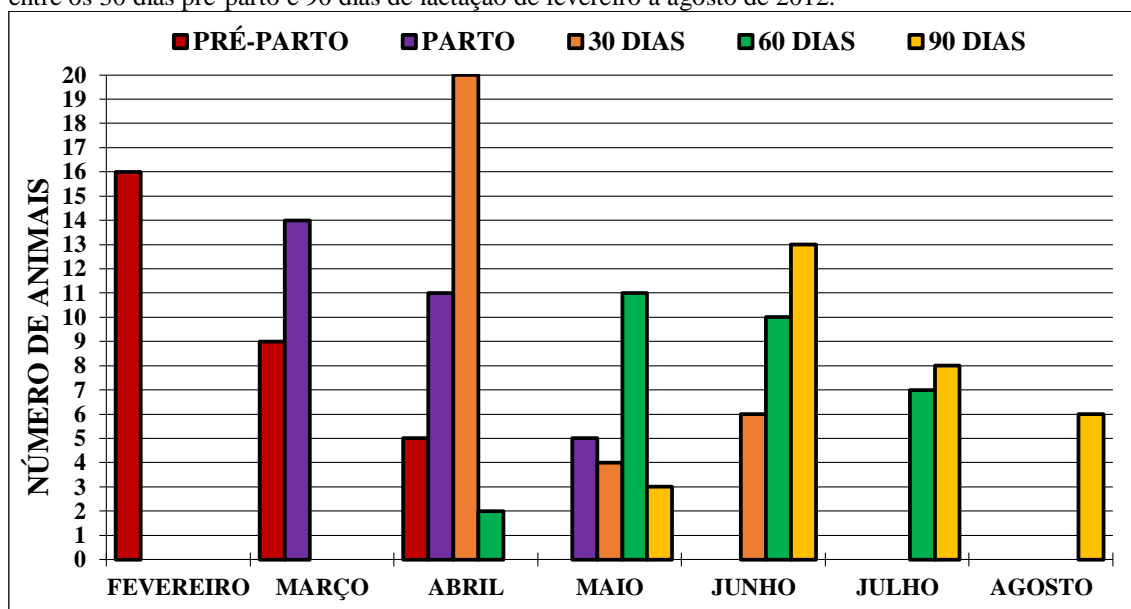


3.2 ANIMAIS EXPERIMENTAIS

Foram utilizadas 30 vacas pluríparas da raça girolando com graus de sangue da raça Holandês variando de 3/4 a 15/16. As avaliações e coletas de amostras se iniciaram 30 dias antes da data prevista para o parto, sendo descartados os animais que

pariram em um intervalo inferior a três semanas da avaliação pré-parto. Assim, os animais foram avaliados aproximadamente aos 30 dias pré-parto, no parto e aos 30, 60 e 90 dias de lactação, com distribuição dependente da data prevista para o parto, como demonstrado no Gráfico 2.

GRÁFICO 2 – Distribuição mensal do número de animais avaliados em cada momento do experimento entre os 30 dias pré-parto e 90 dias de lactação de fevereiro a agosto de 2012.



3.3 MANEJO DOS ANIMAIS

As vacas secas permaneciam em um pasto afastado até completarem aproximadamente quatro semanas da data prevista para o parto. Posteriormente, eram conduzidas para um pasto mais próximo, no qual permaneciam em média 30 a 45 animais sem segregação de vacas e novilhas em uma área de cinco hectares formada por pastagem de braquiária (*Brachiaria decumbens*), com áreas de sombra natural e sombreamento artificial (sombrites). Quando as vacas apresentavam algum sinal de proximidade do parto, como aumento de volume do úbere, relaxamento dos ligamentos do sacro ou edema de úbere ou vulvar, eram levadas para piquetes maternidade próximos às instalações da ordenha para facilitar o monitoramento pelo funcionário responsável. Estes piquetes

eram monitorados constantemente entre 06:00 e 17:00 horas.

No dia do parto, o bezerro era deixado junto da vaca somente o tempo necessário para a ingestão do colostro e caso a ingestão do colostro não fosse monitorada, o mesmo era fornecido posteriormente à identificação do parto (partos noturnos). Posteriormente a vaca era transferida para a ordenha subsequente para ser ordenhada e encaminhada para o lote de vacas recém-paridas até o término da produção de colostro (4 a 5 dias). Terminando este tempo, as vacas eram transferidas para o lote de vacas pós-parto onde permaneciam por aproximadamente 30 dias, sendo posteriormente distribuídas em diferentes lotes de acordo com sua produção leiteira.

As vacas eram ordenhadas duas vezes ao dia, sendo a primeira ordenha iniciada às 04:00 e segunda às 13:00 horas. A ordenha era mecanizada em contenção tipo espinha de peixe, sendo ordenhadas oito vacas de cada lado em sistema fechado e linha alta. Antes da ordenha de cada animal era realizado o teste da caneca de fundo preto para detecção dos casos de mastite clínica, e o "pré-dipping" com solução de ácido láctico. No final da ordenha era feito o "pós-dipping" com solução à base de iodo. A ordem de ordenha era a seguinte: lote de vacas recém-paridas (com até 5 dias pós-parto), 1º lote (vacas de primeira cria), 2º lote (vacas pluríparas com alta produção), 3º lote (vacas de produção intermediária), 4º lote (vacas com menor produção) e 5º lote (vacas com mastite ou em tratamento).

Com relação aos cuidados com o sistema locomotor não era realizado casqueamento preventivo. Somente animais com claudicação muito intensa eram tratados, mas de forma superficial com uso de aerossóis de antibióticos, o que não apresentava bons resultados, resultando na maioria das vezes em descarte dos animais.

Após a ordenha, duas a três vezes por semana, os animais passavam em pedilúvio com soluções de formol e/ou sulfato de cobre a 5%. Porém as dimensões do pedilúvio e do lava-pés antes do pedilúvio eram insatisfatórias. O lava-pés era próximo do pedilúvio e apresentava baixa

profundidade não resultando em limpeza efetiva dos cascos dos animais, contribuindo para o acúmulo de matéria orgânica no pedilúvio. As dimensões do pedilúvio eram de dois metros de comprimento por um de metro largura, com altura da solução de dez centímetros. A solução era colocada no início da ordenha e rapidamente se misturava com o excesso de matéria orgânica deixado pelas sujidades presentes nas unhas dos animais. Por ordenha, passavam pelo pedilúvio aproximadamente 350 vacas.

As áreas de deslocamento dos animais entre os piquetes e a sala de ordenha variavam de acordo com o lote em que o animal se encontrava, mas a maioria delas apresentava distâncias variando entre 500 e 1500 metros. As estradas apresentavam pequenas pedras e possíveis corpos metálicos penetrantes, como arames de cerca. Em dias de chuvas essas vias ficavam muito lamacentas e escorregadias devido à textura argilosa do terreno.

Nas proximidades da sala de ordenha havia diferentes tipos de piso colocados com o intuito de evitar quedas de animais ou facilitar a passagem de automóveis podendo, porém, lavar a traumas mecânicos nos cascos dos animais. Entre os diferentes materiais utilizados no solo havia cascalho, sobras de pedras de ardósia e áreas calçadas com paralelepípedos.

A sala de espera da ordenha era composta de piso de concreto, coberta com sombrites e apresentava microaspersores de água e ventiladores para amenizar as altas temperaturas ambientais em determinados horários e dias. Entretanto o piso da sala de espera apresentava grande acúmulo de umidade e fezes no decorrer da ordenha. Após a ordenha os animais voltavam a passar em locais com acúmulo de cascalho e pedras fazendo o caminho de volta para os piquetes.

3.4 MANEJO NUTRICIONAL

Durante os meses de janeiro a abril, nos quais as chuvas foram mais frequentes e, conseqüentemente, existia maior disponibilidade das pastagens, os animais consumiram pasto misto de Mombaça (*Panicum maximum*), tifton (*Cynodon*) e

principalmente braquiária (*Brachiaria brizanta*) além de silagem de milho e concentrado (Tabela 6). Nos meses de maio a agosto, os animais consumiram silagem de milho como volumoso e concentrado de acordo com a produção. Em todos os piquetes havia bebedouros e cocho de sal mineral, porém foi observado suplementação mineral ineficiente.

A alimentação era fornecida na forma de dieta total sendo a ração e silagem misturadas e administradas por vagão forrageiro “Total mix” e fornecida três vezes ao dia, no período chuvoso e quatro vezes ao dia no período das secas, em cocho de cimento, muitas vezes com pequena área de cocho por animal. A composição calculada das dietas oferecidas nos diferentes momentos é demonstrada nas Tabelas 6 e 7.

TABELA 6 - Composição das dietas no período chuvoso (fevereiro a abril) oferecida aos diferentes lotes de animais.

	UNIDADE	LOTE				
		1	2	3	4	PRÉ PARTO
CMS	kg MS/Dia	19,20	20,50	10,20	18,80	11,50
PB	%	15,10	16,00	15,10	13,40	14,50
ENERGIA	kcal/Kg	1,59	1,60	1,59	1,54	1,55
NDT	%	70,40	70,90	70,40	68,40	69,70
FDN	%	32,90	31,40	32,90	38,10	40,60
FDA	%	22,40	21,30	22,40	25,40	23,00
CNF	%	44,00	44,40	44,00	40,70	36,40
AMIDO	%	20,50	21,90	20,50	17,00	28,40
LIPÍDIOS	%	3,40	3,30	3,40	3,40	2,80
CINZAS	%	5,80	6,10	5,80	5,60	6,20
Ca	%	0,67	0,72	0,67	0,57	0,48
P	%	0,34	0,37	0,34	0,30	0,34
Mg	%	0,20	0,21	0,20	0,19	0,30
K	%	0,83	0,85	0,83	0,84	1,18
Na	%	0,24	0,27	0,24	0,16	0,10
Cl	%	0,13	0,14	0,13	0,10	0,22
S	%	0,14	0,15	0,14	0,13	0,18
Co	ppm	0,20	0,30	0,20	0,20	0,30
Cu	ppm	9,00	10,00	9,00	6,00	12,00
I	ppm	0,50	0,60	0,50	0,30	0,70
Mn	ppm	38,00	44,00	38,00	34,00	51,00
Se	ppm	0,24	0,28	0,24	0,16	0,33
Zn	ppm	40,00	46,00	40,00	27,00	51,00
VIT A	KUI	3,00	4,00	3,00	2,00	8,00
VIT D	KUI	0,80	0,90	0,80	0,50	1,90
VIT E	UI	19,00	22,00	19,00	13,00	47,00

TABELA 7 - Composição das dietas no período seco (maio a agosto) oferecidas aos diferentes lotes de animais.

	UNIDADE	LOTE				PRÉ PARTO
		1	2	3	4	
CMS	Kg MS/Dia	19,20	20,50	10,20	18,80	11,50
PB	%	15,10	16,00	15,10	13,40	14,50
ENERGIA	Mcal/Kg	1,59	1,60	1,59	1,54	1,55
NDT	%	70,40	70,90	70,40	68,40	69,70
FDN	%	32,90	31,40	32,90	38,10	40,60
FDA	%	22,40	21,30	22,40	25,40	23,00
CNF	%	44,00	44,40	44,00	40,70	36,40
AMIDO	%	20,50	21,90	20,50	17,00	28,40
LIPÍDIOS	%	3,40	3,30	3,40	3,40	2,80
CINZAS	%	5,80	6,10	5,80	5,60	6,20
Ca	%	0,67	0,72	0,67	0,57	0,48
P	%	0,34	0,37	0,34	0,30	0,34
Mg	%	0,20	0,21	0,20	0,19	0,30
K	%	0,83	0,85	0,83	0,84	1,18
Na	%	0,24	0,27	0,24	0,16	0,10
Cl	%	0,13	0,14	0,13	0,10	0,22
S	%	0,14	0,15	0,14	0,13	0,18
Co	ppm	0,20	0,30	0,20	0,20	0,30
Cu	ppm	9,00	10,00	9,00	6,00	12,00
I	ppm	0,50	0,60	0,50	0,30	0,70
Mn	ppm	38,00	44,00	38,00	34,00	51,00
Se	ppm	0,24	0,28	0,24	0,16	0,33
Zn	ppm	40,00	46,00	40,00	27,00	51,00
VIT A	KUI	3,00	4,00	3,00	2,00	8,00
VIT D	KUI	0,80	0,90	0,80	0,50	1,90
VIT E	UI	19,00	22,00	19,00	13,00	47,00

3.5 COLETAS DE DADOS E AMOSTRAS

3.5.1 CONFORMAÇÃO DOS CASCOS

Para avaliação da conformação dos cascos e avaliação da sua alteração entre o último mês de gestação e o primeiro trimestre de lactação, os animais foram contidos em tronco tombador hidráulico para casqueamento de bovinos e tiveram as

dimensões dos cascos mensuradas mensalmente aos 30 dias pré-parto, no parto e aos 30, 60 e 90 dias de lactação.

As conformações avaliadas foram as seguintes: ângulo do casco, comprimento da muralha dorsal, altura do talão, comprimento diagonal, largura da sola e comprimento da sola. Para fazer as mensurações, foi utilizado o casquímetro, instrumento projetado para realizar com

mais facilidade as medições do casco (Ferreira, 2003).

As medidas realizadas estão descritas abaixo, segundo Vermunt e Greenough (1995) e representadas na Figura 1:

A - Ângulo do casco: ângulo entre a muralha dorsal do casco e a sola.

B - Comprimento muralha dorsal: distância entre a junção pele/casco e a pinça.

C - Altura do talão: distância vertical da superfície do piso até a junção pele/casco

da margem posterior plantar/palmar do talão dos membros pélvicos e torácicos, respectivamente.

D - Comprimento diagonal do casco: É a distância entre a extremidade da pinça até a união pele/casco do talão, na muralha abaxial.

E - Largura da sola: Medida na sola da maior distância entre as muralhas abaxial e axial, na junção sola/talão.

F - Comprimento da sola: Comprimento na sola da extremidade da pinça até onde o talão deixa de apoiar o solo.

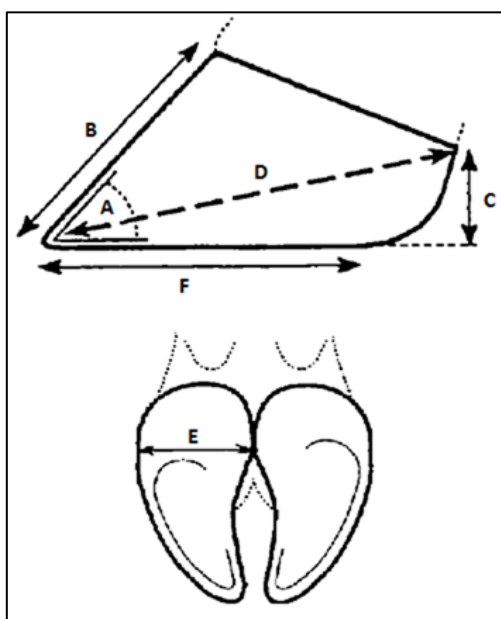


FIGURA 1 – Medidas de conformação dos cascos. **A.** Ângulo do casco; **B.** Comprimento muralha dorsal; **C.** Altura do talão; **D.** Comprimento diagonal do casco; **E.** Largura da sola; **F.** Comprimento da sola. (Adaptado de Vermunt e Greenough, 1995).

Como as medidas dos cascos não diferem entre os membros contralaterais (Casagrande, 2010) foi padronizado observar as dimensões dos cascos somente nos membros esquerdos, para evitar repetição desnecessária e diminuir o tempo

de contenção do animal. Assim, foram mensuradas as conformações das quatro diferentes unhas dos membros esquerdos, para posterior comparação entre elas nos diferentes tempos avaliados.

3.5.2 CRESCIMENTO E DESGASTE DOS CASCOS

O crescimento e o desgaste dos cascos foram mensurados de acordo com Hahn et al. (1986). Foi realizada uma marcação com broca de 5 mm de diâmetro e furadeira elétrica no tecido córneo da muralha do casco a uma distância aproximada de um centímetro da coroa, tanto na região dorsal como abaxial da muralha. Essa medida inicial foi registrada e após um mês foi realizada nova mensuração. A subtração do valor obtido no final do mês avaliado da mensuração obtida trinta dias antes resulta no crescimento da muralha nesse período. Para avaliação do desgaste da muralha foi realizada uma mensuração inicial da distância entre a marca realizada na

muralha e a extremidade da muralha dorsal ou abaxial e após trinta dias a mensuração foi repetida. O desgaste da muralha nesse período foi calculado subtraindo os valores da mensuração inicial dos obtidos após um mês.

As taxas de crescimento e desgaste foram avaliadas na região dorsal e/ou na região abaxial do casco, como esquematizado na Figura 2. A taxa de crescimento da muralha dorsal ou abaxial no mês avaliado foi obtida subtraindo-se a distância entre o ponto 2 e 0 da distância entre ponto 1 e 0. A taxa de desgaste da muralha dorsal ou abaxial no mês avaliado foi obtida subtraindo-se a distância entre o ponto 1 e 3 da distância entre os pontos 2 e 3.

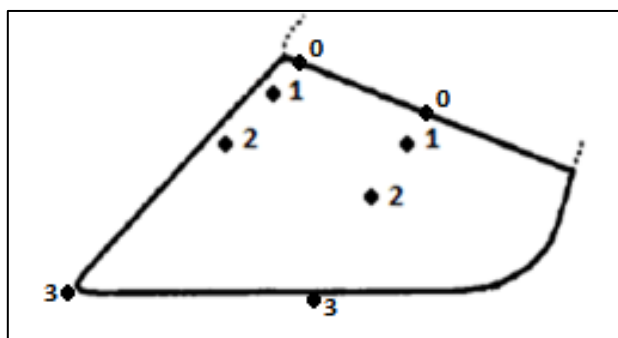


FIGURA 2 – Marcações realizadas no tecido córneo do casco da muralha dorsal e abaxial para avaliação das taxas de crescimento e desgaste. **0.** Coroa do casco ou perioplo; **1.** Marca inicial realizada na muralha dorsal e abaxial; **2.** Marca 1 visualizada após um mês; **3.** Bordas da muralha dorsal e abaxial. (Adaptado de Vermunt e Greenough, 1995).

Resumindo, as fórmulas para obtenção das taxas de crescimento e desgaste tanto da muralha dorsal quanto da abaxial são as seguintes:

Crescimento da muralha = (distância entre 2 e 0) – (distância entre 1 e 0)

Desgaste da muralha = (distância entre 1 e 3) – (distância entre 2 e 3)

Como as medidas de crescimento e desgaste dependem da comparação das medidas de períodos diferentes foram obtidas as taxas de crescimento e desgaste do último mês de gestação e do primeiro, segundo e terceiro mês de lactação.

3.5.3 DUREZA DOS CASCOS

A avaliação dos dureza dos cascos foi de acordo com Baggott et al. (1988) e Borderas et al. (2004). Para este propósito foi utilizado o Durômetro “shore D” portátil modelo DP-400 INSTRUTHERM® com escala de 0 a 100.



FIGURA 3 – Durômetro “shore D” portátil modelo DP-400 INSTRUTHERM® (Fonte: <http://www.instrutherm.com.br>).

A dureza foi observada em cinco diferentes pontos de todas as unhas esquerdas dos 30 animais como apresentado na Figura 4. A mensuração da dureza da muralha, solamuralha, linha branca, sola e pinça foram obtidas da média de três medições em cada

ponto e avaliadas sempre pelo mesmo observador para diminuir as variações observadas no processo de medição e as variações na força aplicada entre diferentes observadores com o objetivo de obter resultados mais fidedignos.

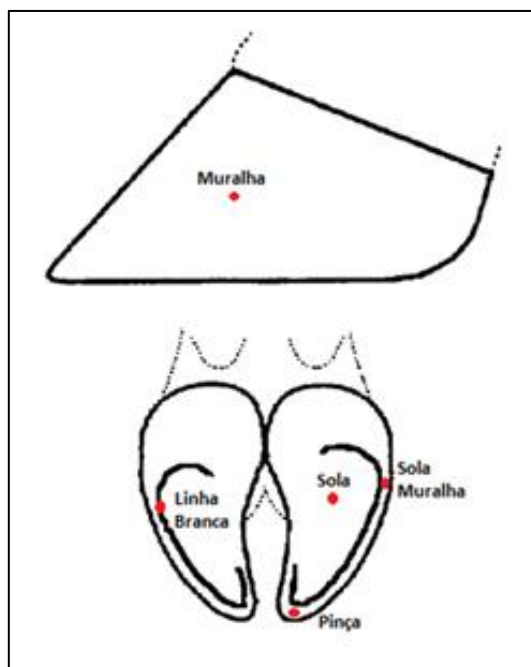


FIGURA 4 – Diferentes pontos de medida de dureza dos cascos com Durômetro “Shore D” (Adaptado de Vermunt e Greenough, 1995).

A dureza foi comparada entre os diferentes pontos para determinar qual região do casco é mais ou menos resistente, essa mesma dureza foi comparada também entre os diferentes períodos avaliados (30 dias pré-parto, parto, 30, 60 e 90 dias pós-parto).

3.5.4 IDENTIFICAÇÃO DAS LESÕES

A identificação das lesões presentes nos cascos, na pele digital e interdigital e nos talões. As avaliações foram realizadas mensalmente nos 30 dias pré-parto, parto, 30, 60 e 90 dias pós-parto. As lesões foram registradas em ficha apropriada. Os animais foram contidos em tronco de casqueamento e todos os cascos foram lavados com água e escova e posterior limpeza da sola com rineta retirando-se uma pequena camada de tecido córneo para melhor identificação das

lesões. As localizações dessas lesões foram divididas entre os membros torácicos e pélvicos e unhas laterais e mediais, para posterior comparação da frequência de lesões entre as diferentes unhas e entre os membros torácicos e pélvicos. As lesões depois de identificadas eram classificadas de acordo com o grau de severidade segundo Mauchle (2001):

Erosão de talão (ET):

Grau 1: Pequeno número de depressões circulares localizadas no talão.

Grau 2: Grande número de depressões circulares contíguas ou formando estrias disseminadas sobre o talão.

Grau 3: Perda da parte interna e posterior dos talões formando um “V” negro.

Estrias horizontais (EH):

Grau 1: Estrias leves paralelas à coroa do casco.

Grau 2: Estrias moderadas paralelas à coroa do casco.

Grau 3: Estrias profundas paralelas à coroa do casco.

Hemorragia de sola (HS):

Grau 1: Hemorragia em forma de estrias ou pontos localizados em uma ou várias áreas reduzidas da sola.

Grau 2: Áreas de coloração vermelho intensa em até aproximadamente 1/3 da sola.

Grau 3: Hemorragia severa acometendo mais de 1/3 da sola.

Doença da linha branca (DLB):

Grau 1: Linha branca de coloração negra com pouca profundidade.

Grau 2: Linha branca de coloração negra com moderada profundidade atingindo grande parte da linha branca.

Grau 3: Linha branca com coloração escura atingindo o córium e formando abscesso de sola.

Casco em tesoura (CT):

Grau 1: Desvio inicial das pinças uma em direção à outra.

Grau 2: Moderado desvio das pinças uma em direção à outra.

Grau 3: As pinças dos cascos já se encontram formando a forma de uma tesoura.

Dermatite digital (DD):

Grau 1: Lesão hiperplásica da pele, localizada geralmente na extremidade palmar ou plantar do espaço interdigital.

Grau 2: Lesão dolorosa ulcerativa da pele, localizada geralmente na extremidade palmar ou plantar do espaço interdigital.

Grau 3: Forma proliferativa com formação de tecido de granulação, projeções filiformes e crescimento exagerado de pelos.

Dermatite interdigital (DI):

Grau 1: Espessamento da pele ou lesão erosiva diminuta no espaço interdigital.

Grau 2: Lesão erosiva linear moderada no espaço interdigital.

Grau 3: Lesão erosiva grave ocupando todo o espaço interdigital.

Hiperplasia interdigital (HI):

Grau 1: Crescimento hiperplásico no espaço interdigital medindo até aproximadamente dois centímetros de diâmetro.

Grau 2: Crescimento hiperplásico no espaço interdigital medindo entre dois e três centímetros de diâmetro.

Grau 3: Crescimento hiperplásico no espaço interdigital com mais de três centímetros de diâmetro.

Sola dupla (SD):

Grau 1: Sola dupla até aproximadamente 1/3 da área da sola.

Grau 2: Sola dupla ocupando aproximadamente metade da área da sola.

Grau 3: Sola dupla ocupando toda a área da sola

Úlcera de sola (US):

Grau 1: Úlcera de sola fechada, sem exposição externa do córium.

Grau 2: Úlcera de sola com exteriorização do córium.

Grau 3: Úlcera de sola com exteriorização do córium e formação de tecido de granulação.

Abscesso de sola (AS):

Grau 1: Abscesso de sola com formação de pus dissecando a sola em até 1/3 de sua extensão.

Grau 2: Abscesso de sola com formação de pus dissecando a sola em até 2/3 de sua extensão.

Grau 3: Abscesso de sola com formação de pus dissecando a sola em toda sua extensão.

3.5.5 COLETA DE AMOSTRAS SANGUÍNEAS PARA AVALIAÇÃO DO PERFIL MINERAL E METABÓLICO

Amostras de sangue foram coletadas para obtenção de soro e plasma para avaliação dos perfis minerais (cálcio, fósforo e magnésio) e metabólico (glicose, NEFA e BHB) em todos os momentos de avaliação dos cascos e adicionalmente também aos 5 e 10 dias após o parto para mensurar a magnitude dessas alterações no período pós-parto imediato. As amostras foram

coletadas em sete diferentes períodos, 30 dias pré-parto, parto, 5 dias pós-parto, 10 dias pós-parto e aos 30, 60 e 90 dias de lactação.

As amostras de sangue foram colhidas por punção da veia coccígea após assepsia do local com álcool iodado. O sangue era colhido em três tubos do tipo Vacutainer, sendo um com gel separador de coágulo, um com anticoagulante (EDTA 10%) e outro com inibidor da via glicolítica (Fluoreto de potássio a 12%). Após a coleta, os tubos eram colocados em uma caixa de isopor com gelo e, depois de esperar uma hora para que se completasse o processo de coagulação, eram centrifugados pelo tempo de 10 minutos a 5.000 rpm. Após a centrifugação o soro e o plasma foram separados. As amostras foram acondicionadas em tubos tipo “ependorf” de 0,5 ml, identificadas e congeladas a -20°C.

As análises do soro e do plasma foram processadas no Laboratório de Patologia Clínica da Escola de Veterinária da UFMG utilizando analisador bioquímico automático da marca Cobas modelo Mira Plus com kits comerciais para quantificar as concentrações plasmáticas de Ca, Mg, P, BHB, NEFA e glicose.

3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para avaliação das mensurações da conformação, dureza, crescimento e desgaste dos cascos e dos resultados obtidos das análises laboratoriais dos perfis metabólico e de minerais o experimento foi planejado em delineamento em blocos casualizados. Para avaliação dos resultados foi realizada Análise de Variância e para comparação das médias entre os diferentes tempos avaliados foi utilizado o teste de Tukey (Sampaio, 2007) no programa estatístico JMP 10 (SAS).

Foi realizada análise de correlação de “Pearson” entre os valores de Ca, P, Mg, Glicose, NEFA e BHB aos 5 e 10 dias pós-parto com as mensurações observadas nos cascos aos 30, 60 e 90 dias de lactação para

observação da relação entre os perfis minerais e metabólicos pós-parto e as mensurações (conformação, dureza e crescimento e desgaste) observadas nos cascos nos três primeiros meses de lactação (Sampaio, 2007).

Para análise de regressão, os 30 animais em cada período foram divididos em grupos e as diferentes mensurações dos cascos de cada grupo foram avaliadas para observação da interação Grupo x Tempo x Mensuração dos cascos. De acordo com os valores de referência os animais foram divididos em dois ou três grupos para as diferentes concentrações de cálcio, fósforo, magnésio, glicose, NEFA e BHB com base nos resultados de 5 e 10 dias pós-parto de acordo com a tabela abaixo:

TABELA 8 – Divisão dos grupos para análise de regressão de acordo com os valores de referência das concentrações de cálcio, fósforo, magnésio, glicose, NEFA e BHB dos 30 animais avaliados.

	GRUPO	CONCENTRAÇÃO	n	REFERÊNCIAS
CÁLCIO	Normocalcêmicos	≥ 8,5 mg/dL	5	Goff (2000)
	Hipocalcemia sub-clínica	5,0 a 8,4 mg/dL	25	
FÓSFORO	Hiperfosfatêmicos	≥ 8,0 mg/dL	8	Goff (2004)
	Normofosfatêmicos	4,1 a 7,9 mg/dL	17	
	Hipofosfatêmicos	≤ 4,0 mg/dL	5	
MAGNÉSIO	Hipermagnesêmicos	≥ 2,4 mg/dL	3	Goff (2004)
	Normomagnesêmicos	1,8 a 2,3 mg/dL	10	
	Hipomagnesêmicos	≤ 1,7 mg/dL	17	
GLICOSE	Normoglicêmicos	≥ 45 mg/dL	17	Radostits et al. (2007)
	Hipoglicêmicos	< 45 mg/dL	13	
NEFA	NEFA elevado	≥ 0,4 mmol/L	5	
	NEFA normal	< 0,4 mmol/L	25	
BHB	BHB elevado	> 1,0 mmol/L	3	Whitaker (2004)
	BHB normal	0,7 a 1,0 mmol/L	10	
	BHB maixo	< 0,7 mmol/L	16	

A comparação da frequência de lesões entre os diferentes períodos de avaliação (30 dias pré-parto, parto, 30, 60 e 90 dias pós-parto) foi realizada por análise não paramétrica utilizando-se o teste de Friedman (Sampaio, 2007).

4. RESULTADOS

4.1 CONFORMAÇÕES DOS CASCOS

4.1.1 ÂNGULO DO CASCO

A média do ângulo do casco de todas as unhas avaliadas entre os 30 dias pré-parto e o terceiro mês de lactação não variou do período pré-parto até os 30 dias de lactação. A média do ângulo do casco foi de 43,44° aos 30 dias pré-parto, de 43,73° no dia do parto e de 44,29° aos 30 dias de lactação. Aos 60 (44,56°) e 90 dias de lactação (45,25°) os ângulos do casco aumentaram e diferiram ($P < 0,05$) dos valores observados aos 30 dias pré-parto e no dia do parto.

Ao se avaliar as médias do ângulo do casco das diferentes unhas separadamente se observou que nas unhas dos membros torácicos e nas unhas mediais dos membros pélvicos também apresentaram aumento do ângulo do casco com o decorrer da lactação. Entretanto, as unhas laterais dos membros pélvicos não apresentaram esse comportamento, sendo que os ângulos dos cascos destas unhas não diferiram ($P < 0,05$).

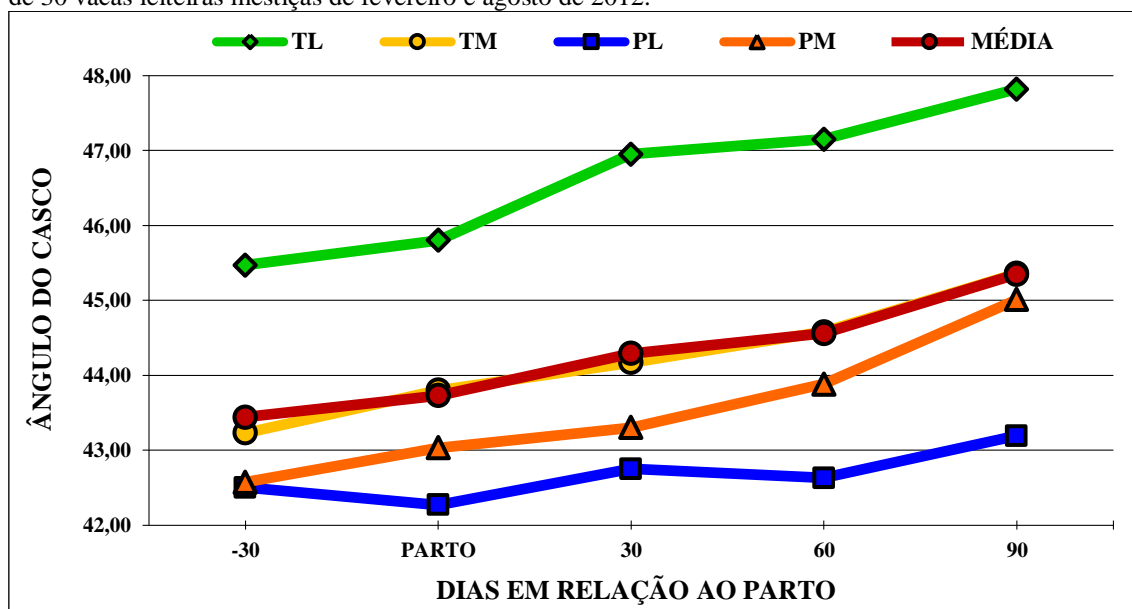
As unhas dos membros torácicos apresentaram maiores valores de ângulo do casco que as unhas dos membros pélvicos. Entre as unhas dos membros torácicos as laterais apresentaram maior ângulo do casco em comparação com as unhas mediais. Entre as unhas laterais e mediais dos membros pélvicos não foram observadas diferenças estatísticas significativas.

TABELA 9 - Comparação das médias do ângulo do casco (°) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

DIA	UNHA				MÉDIA
	TL	TM	PL	PM	
-30	45,47 ^{B a}	43,23 ^{C b}	42,50 ^{A b}	42,57 ^{C b}	43,44 ^C
PARTO	45,80 ^{B a}	43,80 ^{BC b}	42,27 ^{A b}	43,03 ^{BC b}	43,73 ^{BC}
30	46,95 ^{A a}	44,17 ^{ABC b}	42,75 ^{A b}	43,30 ^{BC b}	44,29 ^{ABC}
60	47,15 ^{A a}	44,58 ^{AB b}	42,63 ^{A c}	43,88 ^{AB bc}	44,56 ^{AB}
90	47,82 ^{A a}	45,36 ^{A b}	43,19 ^{A c}	45,01 ^{A bc}	45,35 ^A

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas. Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem ($P < 0,05$).

GRÁFICO 3 – Representação do ângulo do casco (°) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.1.2 COMPRIMENTO DA MURALHA

O comprimento da muralha dorsal diminuiu significativamente a partir do primeiro mês de lactação. Aos 30 dias pré-parto e ao parto a média de todas as quatro unhas foi de 8,24 cm, caindo para 8,00 cm aos 30 dias de lactação. Nos meses posteriores os valores permaneceram constantes com comprimento da muralha de 8,04 cm aos 60 dias de lactação e 7,98 cm aos 90 dias de lactação.

A maioria das unhas, quando observadas individualmente, apresentaram redução significativa do comprimento da muralha a partir dos 30 dias de lactação. A unha pélvica medial foi a que apresentou maior redução no comprimento da muralha entre o parto e os 30 dias de lactação.

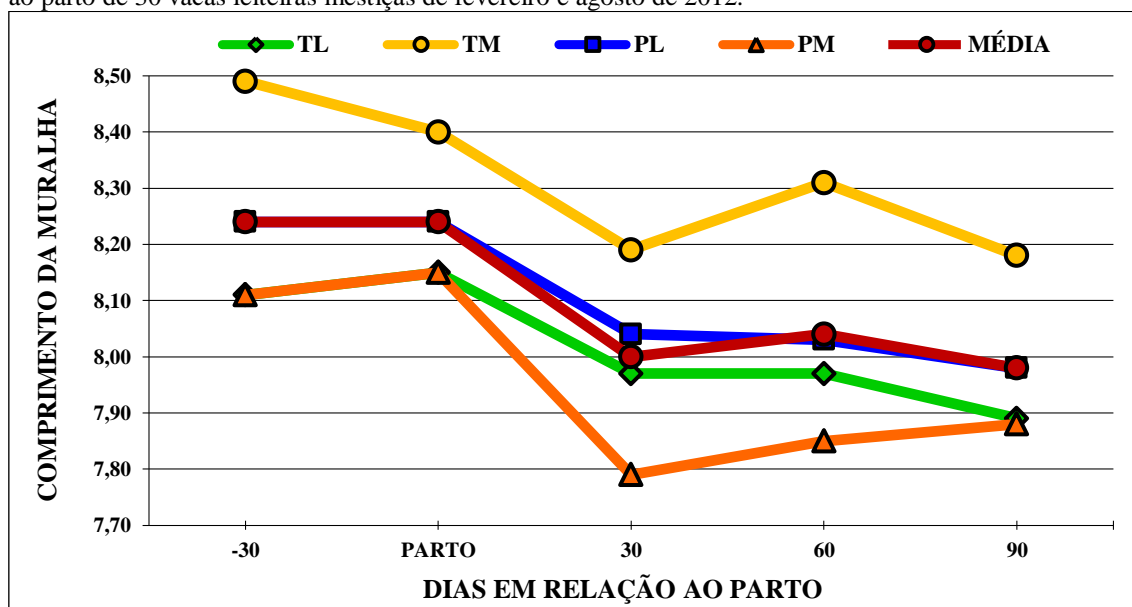
As unhas mediais torácicas apresentaram valores superiores de comprimento da muralha em quase todos os períodos avaliados. No momento do parto não foi identificada diferença entre as diferentes unhas.

TABELA 10 - Comparação das médias do comprimento da muralha (cm) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

UNHA					
DIA	TL	TM	PL	PM	MÉDIA
-30	8,11 ^{AB b}	8,49 ^{A a}	8,24 ^{A ab}	8,11 ^{A b}	8,24 ^A
PARTO	8,15 ^{A a}	8,40 ^{AB a}	8,24 ^{A a}	8,15 ^{A a}	8,24 ^A
30	7,97 ^{BC ab}	8,19 ^{B a}	8,04 ^{AB a}	7,79 ^{B b}	8,00 ^B
60	7,97 ^{BC b}	8,31 ^{AB a}	8,03 ^{AB b}	7,85 ^{B b}	8,04 ^B
90	7,89 ^{C b}	8,18 ^{B a}	7,98 ^{B ab}	7,88 ^{B b}	7,98 ^B

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem ($P < 0,05$)

GRÁFICO 4 - Representação do comprimento da muralha (cm) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.1.3 ALTURA DO TALÃO

A altura média dos talões das vacas aumentou gradativamente entre o último mês de gestação e os três primeiros meses de lactação. As diferenças encontradas foram pequenas, sendo que a altura do talão nos 30 dias pré-parto foram semelhantes à altura do talão no momento do parto e aos 30 dias de lactação e não houve diferenças entre as mensurações realizadas após o parto. As maiores médias de altura do talão

foram observadas a partir dos 60 dias de lactação.

Ao avaliar as unhas separadamente observou-se que o aumento da altura do talão se manteve em todas as unhas, sendo os menores valores encontrados aos 30 dias pré-parto e as maiores alturas de talão observadas após os dois meses de lactação.

As diferenças de altura de talão entre as unhas laterais e mediais foram menos

intensas nos membros torácicos sendo diferentes ($P < 0,05$) somente aos 30 e 60 dias pós-parto. Diferentemente nos membros pélvicos, a diferença na altura do talão entre as unhas laterais e mediais foram

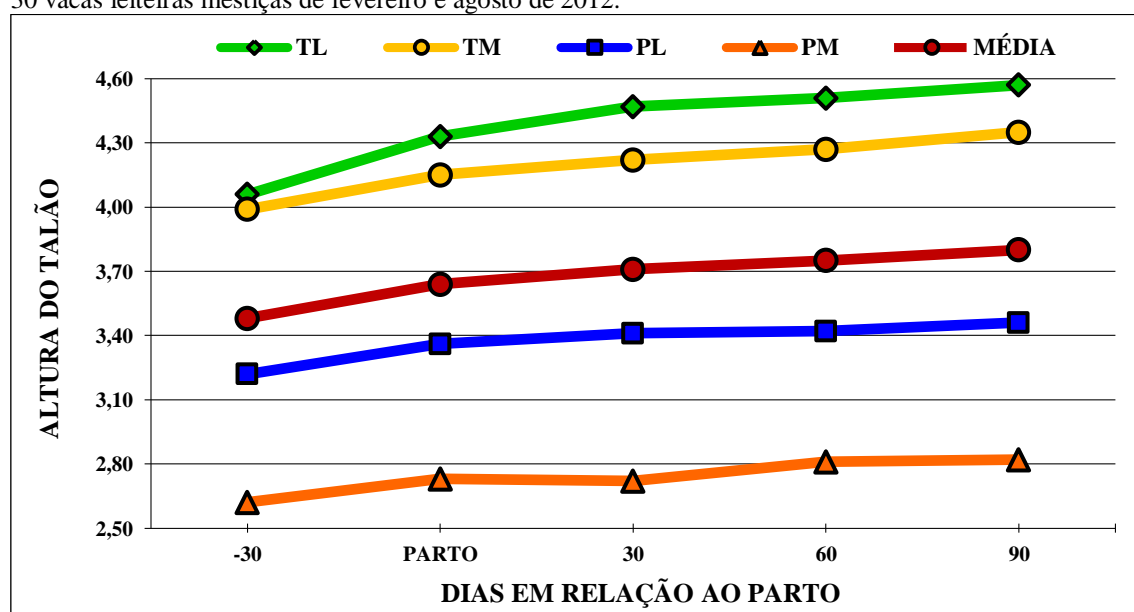
de maior amplitude. Isso foi observado em todos os períodos avaliados, sendo as menores alturas de talão encontradas nas unhas mediais em comparação com as laterais.

TABELA 11 - Comparação das médias de altura do talão (cm) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

UNHA					
DIA	TL	TM	PL	PM	MÉDIA
-30	4,06 ^{C a}	3,99 ^{B a}	3,22 ^{B b}	2,62 ^{B c}	3,48 ^B
PARTO	4,33 ^{B a}	4,15 ^{AB a}	3,36 ^{AB b}	2,73 ^{AB c}	3,64 ^{AB}
30	4,47 ^{AB a}	4,22 ^{AB b}	3,41 ^{AB c}	2,72 ^{AB d}	3,71 ^{AB}
60	4,51 ^{AB a}	4,27 ^{A b}	3,42 ^{AB c}	2,81 ^{A d}	3,75 ^A
90	4,57 ^{A a}	4,35 ^{A a}	3,46 ^{A b}	2,82 ^{A c}	3,80 ^A

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem ($P < 0,05$)

GRÁFICO 5 - Representação da altura do talão (cm) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.1.4 COMPRIMENTO DIAGONAL DO CASCO

As médias de comprimento diagonal do casco não diferiram entre os 30 dias pré-parto e os 90 dias de lactação. As médias

foram muito próximas variando de 14,75 cm a 14,88 cm.

Avaliando as unhas separadamente durante os cinco períodos, as unhas laterais e mediais dos membros torácicos e as unhas

mediais dos membros pélvicos também não apresentaram diferenças significativas entre os períodos. Somente as unhas laterais dos membros pélvicos apresentaram uma diminuição significativa do comprimento diagonal, com menores dimensões aos 60 dias de lactação.

Analisando o comprimento diagonal das unhas em cada período foi identificado que as unhas mediais dos membros torácicos apresentaram maiores valores em relação às

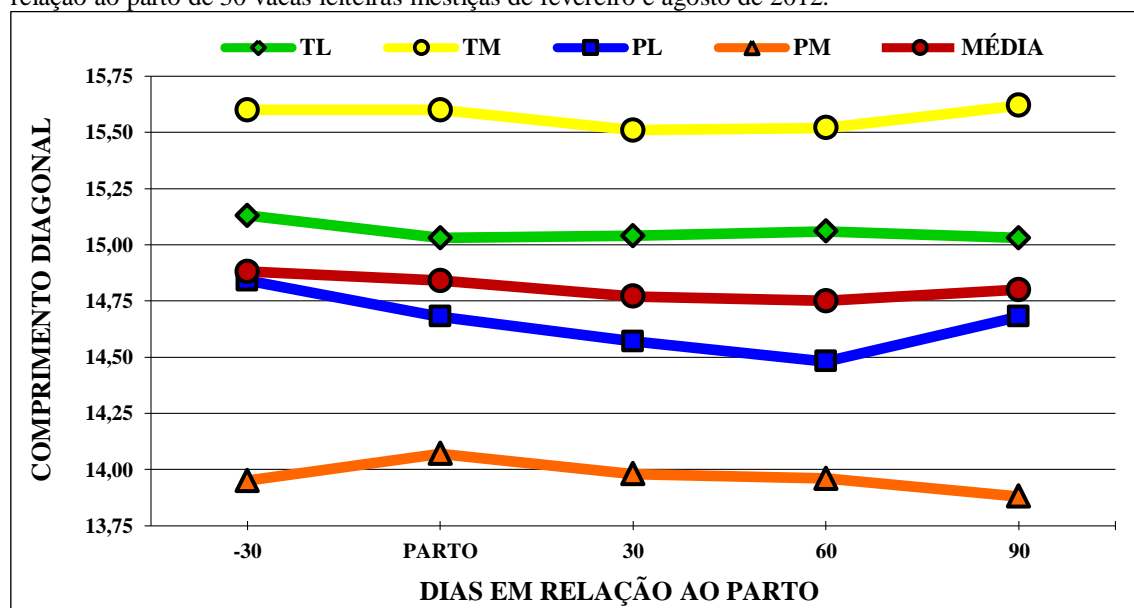
unhas laterais ($P < 0,05$). As unhas laterais dos membros pélvicos apresentaram o mesmo comprimento diagonal que as unhas laterais dos membros torácicos aos 30 dias antes do parto, no parto e aos 90 dias de lactação. Aos 30 e 60 dias de lactação as unhas pélvicas laterais apresentaram valores menores que todas as unhas torácicas. As unhas com menor comprimento diagonal do casco foram as pélvicas mediais em comparação a todas as outras.

TABELA 12 - Comparação das médias do comprimento diagonal do casco (cm) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

UNHA					
DIA	TL	TM	PL	PM	MÉDIA
-30	15,13 ^{A b}	15,60 ^{A a}	14,84 ^{A b}	13,95 ^{A c}	14,88 ^A
PARTO	15,03 ^{A b}	15,60 ^{A a}	14,68 ^{AB b}	14,07 ^{A c}	14,84 ^A
30	15,04 ^{A b}	15,51 ^{A a}	14,57 ^{AB c}	13,98 ^{A d}	14,77 ^A
60	15,06 ^{A b}	15,52 ^{A a}	14,48 ^{B c}	13,96 ^{A d}	14,75 ^A
90	15,03 ^{A b}	15,62 ^{A a}	14,68 ^{AB b}	13,88 ^{A c}	14,80 ^A

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas. Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem ($P < 0,05$).

GRÁFICO 6 - Representação do comprimento diagonal do casco (cm) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.1.5 LARGURA DA SOLA

As médias de largura da sola dos cascos de todas as unhas não apresentaram diferenças diferiram ($P < 0,05$) entre o último mês de gestação e os três primeiros meses de lactação.

As larguras das solas das unhas dos membros torácicos e das unhas mediais dos membros pélvicos foram semelhantes entre os diferentes períodos avaliados. Somente as unhas laterais dos membros pélvicos aumentaram sua largura após o parto,

atingindo a maior largura da sola aos 90 dias de lactação.

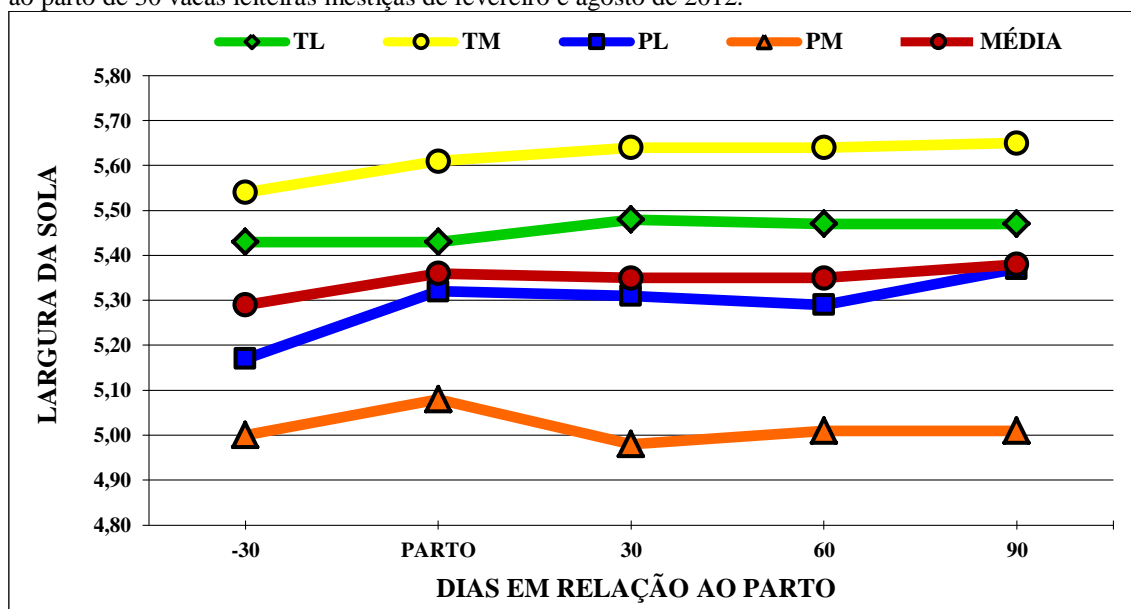
As unhas dos membros torácicos apresentaram maior largura que as dos membros pélvicos. Comparando as diferentes unhas em cada período observou-se que as unhas mediais dos membros torácicos apresentaram maior largura da sola aos 60 e 90 dias de lactação em comparação com as unhas laterais. Nos membros pélvicos as unhas laterais foram mais largas que as mediais do parto até os 90 dias de lactação.

TABELA 13 - Comparação das médias de largura da sola do casco (cm) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

UNHA					
DIA	TL	TM	PL	PM	MÉDIA
-30	5,43 ^{A a}	5,54 ^{A a}	5,17 ^{B b}	5,00 ^{A b}	5,29 ^A
PARTO	5,43 ^{A ab}	5,61 ^{A a}	5,32 ^{A b}	5,08 ^{A c}	5,36 ^A
30	5,48 ^{A ab}	5,64 ^{A a}	5,31 ^{AB b}	4,98 ^{A c}	5,35 ^A
60	5,47 ^{A b}	5,64 ^{A a}	5,29 ^{AB c}	5,01 ^{A d}	5,35 ^A
90	5,47 ^{A b}	5,65 ^{A a}	5,37 ^{A b}	5,01 ^{A c}	5,38 ^A

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem ($P < 0,05$)

GRÁFICO 7 - Representação da largura da sola do casco (cm) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.1.6 COMPRIMENTO DA SOLA

O comprimento da sola do casco não variou entre os diferentes períodos avaliados quando comparadas as médias de todas as quatro unhas.

Quando as medidas das unhas foram analisadas separadamente no decorrer do período experimental não foram observadas diferenças significativas nas unhas dos membros torácicos e nas unhas mediais dos

membros pélvicos. Entretanto as unhas laterais dos membros pélvicos aumentaram o comprimento da sola a partir do parto.

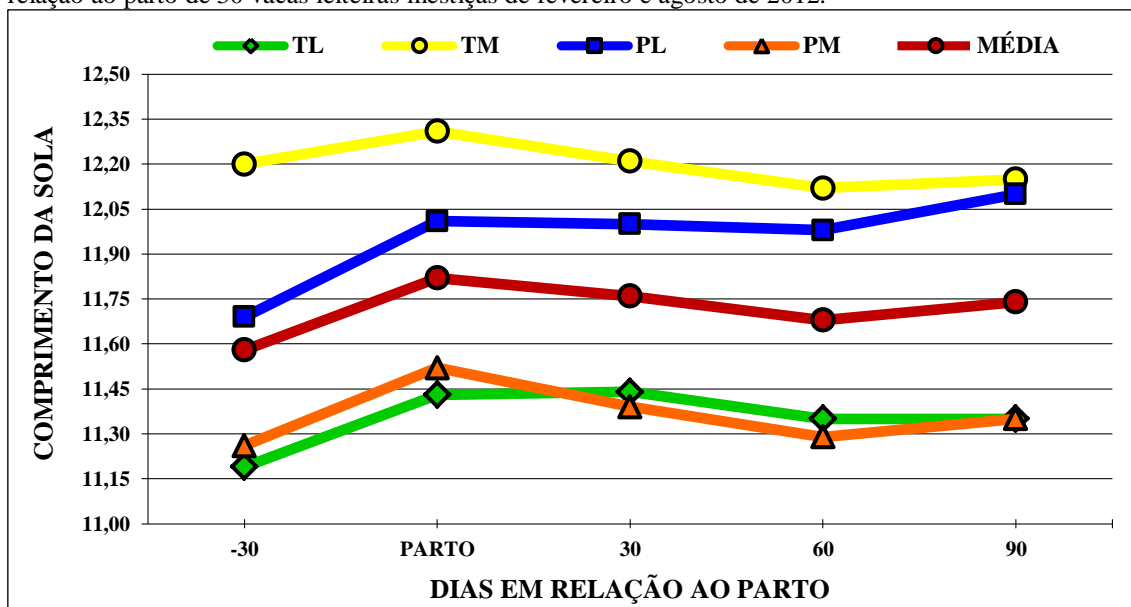
Comparando as diferentes unhas dentro de cada grupo isoladamente observa-se que as unhas mediais dos membros torácicos apresentaram maior comprimento da sola que as unhas laterais, enquanto que nos membros pélvicos as unhas laterais apresentaram maior comprimento de sola em comparação com as mediais.

TABELA 14 - Comparação das médias do comprimento da sola do casco (cm) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

DIA	UNHA				
	TL	TM	PL	PM	MÉDIA
-30	11,19 ^{A c}	12,20 ^{A a}	11,69 ^{B b}	11,26 ^{A c}	11,58 ^A
PARTO	11,43 ^{A b}	12,31 ^{A a}	12,01 ^{AB a}	11,52 ^{A b}	11,82 ^A
30	11,44 ^{A b}	12,21 ^{A a}	12,00 ^{AB a}	11,39 ^{A b}	11,76 ^A
60	11,35 ^{A b}	12,12 ^{A a}	11,98 ^{AB a}	11,29 ^{A b}	11,68 ^A
90	11,35 ^{A b}	12,15 ^{A a}	12,10 ^{A a}	11,35 ^{A b}	11,74 ^A

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$)

GRÁFICO 8 - Representação do comprimento da sola do casco (cm) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.2 DUREZA DOS CASCOS

4.2.1 DUREZA DA MURALHA

A dureza da muralha apresentou as maiores médias 30 dias antes do parto, declinando até o valor mínimo aos 30 dias de lactação e voltando a aumentar aos 90 dias de lactação.

Os comportamentos da dureza da muralha das unhas avaliadas individualmente no decorrer do tempo foram semelhantes aos das médias de todas as unhas. Um mês antes da data prevista para o parto a dureza

da muralha foi superior aos períodos subsequentes. Após o parto a dureza da muralha foi diminuindo, sendo os menores valores encontrados em cada unha, aos 30 dias de lactação. Após o primeiro mês de lactação a muralha tornou-se mais resistente novamente, retornando aos patamares de dureza identificados antes do parto e aos 90 dias de lactação.

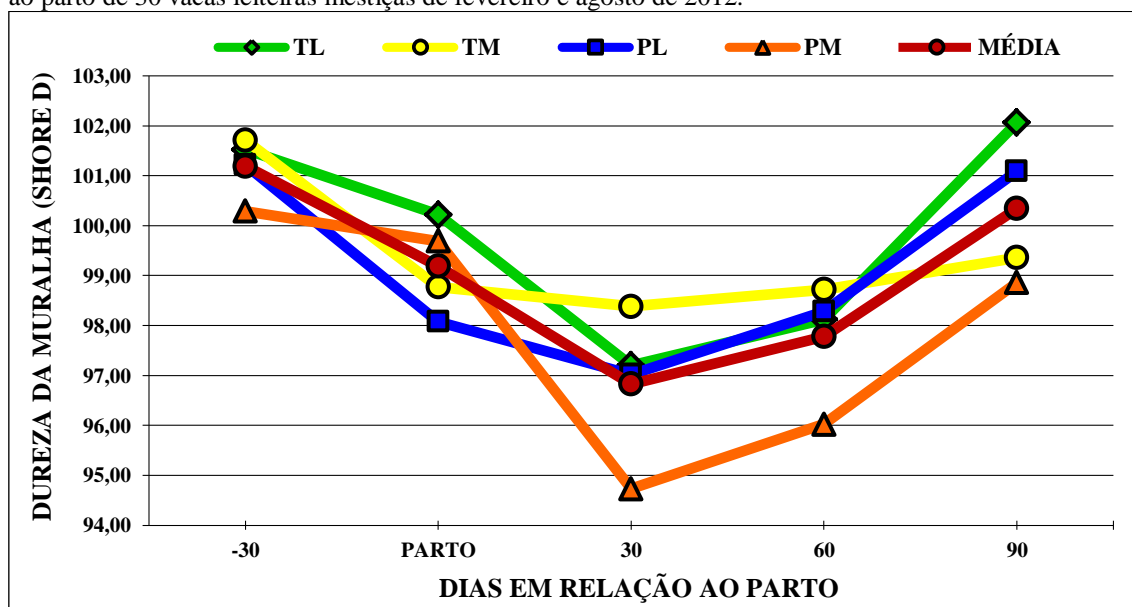
Comparando as médias das diferentes unhas, dentro de cada período avaliado, observou-se que até o parto e aos 60 dias de lactação não houve diferenças entre a dureza da muralha das unhas.

TABELA 15 - Comparação das médias de dureza da muralha (Shore D) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

UNHA					
DIA	TL	TM	PL	PM	MÉDIA
-30	101,52 ^{A a}	101,71 ^{A a}	101,22 ^{A a}	100,29 ^{A a}	101,19 ^A
PARTO	100,22 ^{AB a}	98,77 ^{B a}	98,08 ^{AB a}	99,69 ^{AB a}	99,19 ^{BC}
30	97,20 ^{B ab}	98,38 ^{B a}	97,02 ^{B ab}	94,73 ^{C b}	96,83 ^D
60	98,12 ^{B a}	98,72 ^{B a}	98,28 ^{AB a}	96,02 ^{BC a}	97,78 ^{CD}
90	102,06 ^{A a}	99,36 ^{AB bc}	101,09 ^{A ab}	98,86 ^{ABC c}	100,34 ^{AB}

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem ($P < 0,05$)

GRÁFICO 9 - Representação da dureza da muralha (Shore D) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.2.2 DUREZA DA SOLA-MURALHA

Semelhante aos resultados encontrados para a dureza da muralha, a dureza da sola-muralha também decresceu entre os 30 dias antes do parto até o primeiro mês de lactação, momento em que se observaram menores valores de dureza. Aos 60 e 90 dias de lactação a dureza da sola-muralha

aumentou, mas não atingindo os patamares observados antes do parto.

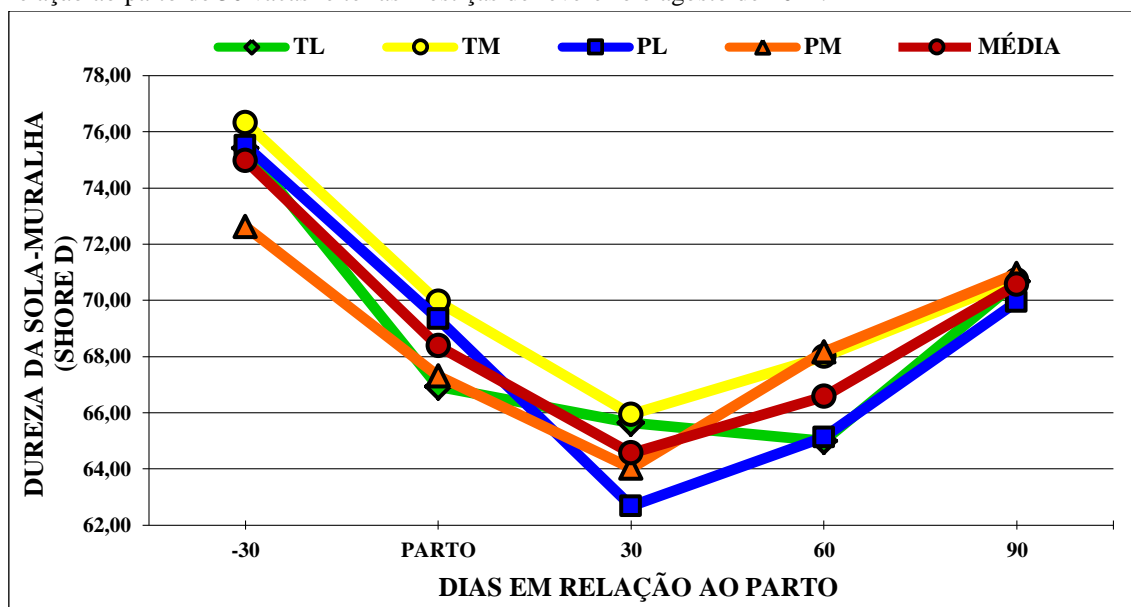
Avaliando as unhas separadamente entre as diferentes observações feitas mensalmente, os menores valores de dureza de cada unha também foram encontrados aos 30 dias de lactação, aumentando a sua dureza após esse período.

TABELA 16 - Comparação das médias de dureza da sola-muralha (Shore D) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

UNHA					
DIA	TL	TM	PL	PM	MÉDIA
-30	75,41 ^{A ab}	76,32 ^{A a}	75,51 ^{A ab}	72,62 ^{A b}	74,97 ^A
PARTO	66,92 ^{BC a}	69,95 ^{BC a}	69,33 ^{BC a}	67,30 ^{BC a}	68,38 ^{BC}
30	65,63 ^{C ab}	65,94 ^{C a}	62,67 ^{D b}	64,02 ^{C ab}	64,56 ^D
60	64,99 ^{C a}	68,00 ^{BC a}	65,12 ^{CD a}	68,16 ^{ABC a}	66,57 ^{CD}
90	70,65 ^{AB a}	70,72 ^{B a}	69,94 ^{B a}	70,95 ^{AB a}	70,56 ^B

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem ($P < 0,05$)

GRÁFICO 10 - Representação da dureza da sola-muralha (Shore D) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.2.3 DUREZA DA LINHA BRANCA

A dureza da linha branca apresentou um comportamento similar em relação às variações na dureza da muralha e da sola muralha, porém os menores valores foram observados no dia do parto e 30 dias pós-parto. Aos 30 dias pré-parto a linha branca apresentou elevada medida de dureza e já no momento do parto a linha branca apresentou queda significativa ($P < 0,05$) e continuou macia durante o primeiro mês de

lactação. A linha branca voltou endurecer novamente após os 60 dias de lactação e aos 90 dias de lactação atingiu a mesma dureza observada antes do parto.

Avaliando cada unha, separadamente, em relação aos momentos avaliados, os menores valores foram de dureza da linha branca foram encontrados no parto e aos 30 dias de lactação, exceto nas unhas pélvicas laterais que apresentaram menor média de dureza aos 30 dias de lactação.

Comparando as unhas em cada período observou-se que em quase todos os períodos as unhas laterais apresentaram

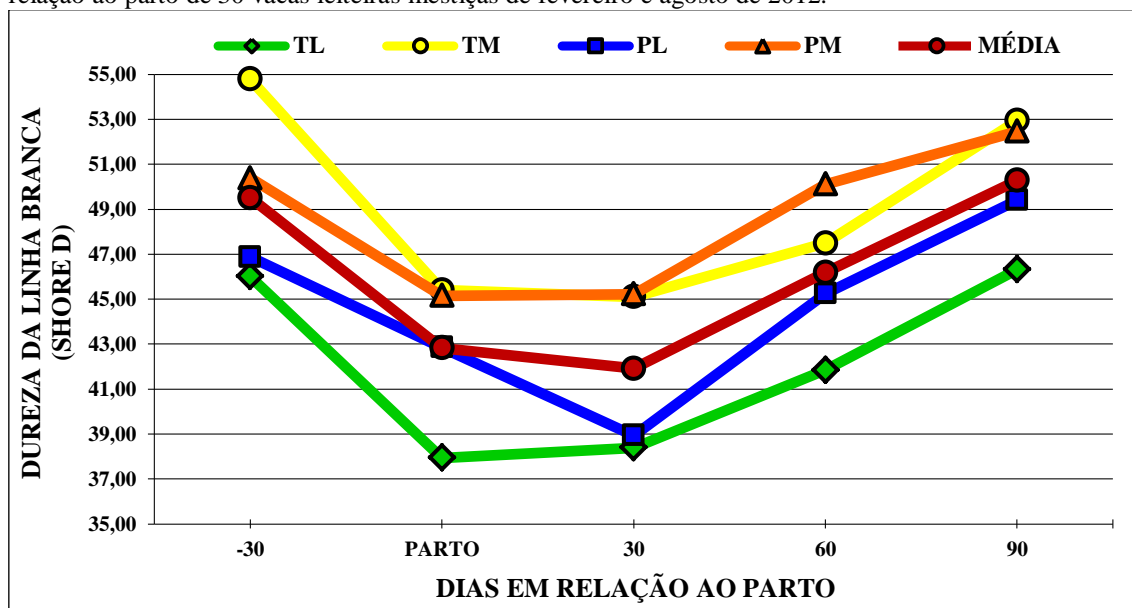
menor dureza da linha branca em comparação com as unhas mediais.

TABELA 17 - Comparação das médias de dureza da linha branca (Shore D) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

DIA	UNHA				
	TL	TM	PL	PM	MÉDIA
-30	46,01 ^{A b}	54,79 ^{A a}	46,87 ^{AB b}	50,39 ^{A ab}	49,51 ^A
PARTO	37,94 ^{B b}	45,40 ^{B a}	42,85 ^{BC a}	45,15 ^{B a}	42,83 ^C
30	38,39 ^{B b}	45,11 ^{B a}	38,93 ^{C b}	45,22 ^{B a}	41,91 ^C
60	41,84 ^{AB c}	47,49 ^{B ab}	45,25 ^{AB b}	50,12 ^{AB a}	46,18 ^B
90	46,32 ^{A b}	52,94 ^{A a}	49,40 ^{A ab}	52,46 ^{A a}	50,28 ^A

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas. Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem ($P < 0,05$)

GRÁFICO 11 - Representação da dureza da linha branca (Shore D) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.2.4 DUREZA DA SOLA

A dureza da sola apresentou o mesmo comportamento da dureza da linha branca, tendo no momento do parto suas medidas significativamente menores que as medidas de 30 dias antes do parto. As médias de dureza da sola também foram baixas aos 30

dias de lactação e aumentaram gradativamente até os 90 dias de lactação, quando foram semelhantes às identificadas no último mês de gestação.

Os resultados da comparação entre as unhas, observadas individualmente, no decorrer dos períodos avaliados foi o

mesmo das médias de todas as unhas. Ou seja, para todas as unhas os menores valores de dureza da sola foram observados no parto e aos 30 dias de lactação.

Quando se comparou a dureza das unhas em cada momento observou-se que até o

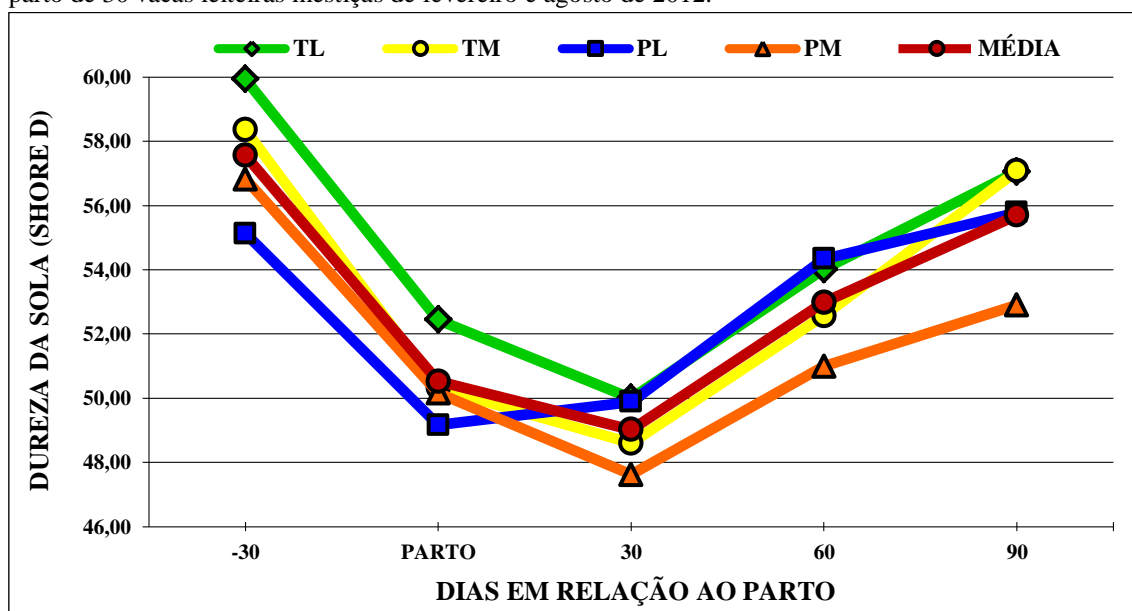
primeiro mês de lactação não houve diferença entre a dureza da sola das unhas. Após os 60 dias de lactação as unhas mediais dos membros pélvicos apresentaram menor dureza da sola em relação às demais.

TABELA 18 - Comparação das médias de dureza da sola (Shore D) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

UNHA					
DIA	TL	TM	PL	PM	MÉDIA
-30	59,94 ^{A a}	58,36 ^{A a}	55,13 ^{A a}	56,82 ^{A a}	57,56 ^A
PARTO	52,44 ^{C a}	50,32 ^{B a}	49,16 ^{B a}	50,16 ^{BC a}	50,52 ^C
30	50,00 ^{C a}	48,60 ^{B a}	49,88 ^{B a}	47,62 ^{C a}	49,02 ^C
60	54,01 ^{BC a}	52,57 ^{B ab}	54,34 ^{A a}	50,99 ^{BC b}	52,98 ^B
90	57,05 ^{AB a}	57,08 ^{A a}	55,78 ^{A ab}	52,90 ^{B b}	55,70 ^A

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem ($P < 0,05$)

GRÁFICO 12 - Representação da dureza da sola (Shore D) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.2.5 DUREZA DA PINÇA

Entre os 30 dias antes do parto e os 30 dias de lactação a dureza da pinça dos cascos

dos animais avaliados foi semelhante e após os 60 dias de lactação a dureza da pinça começou a aumentar atingindo as maiores médias de dureza aos 90 dias de lactação.

O comportamento da dureza da pinça em cada unha isoladamente no decorrer dos períodos foi semelhante à média de todas as unhas. A dureza da pinça de todas as unhas foi semelhante entre 30 dias pré-parto e 30 dias de lactação. Após os 60 dias de lactação a dureza da pinça começou a

aumentar atingindo os valores máximos aos 90 dias de lactação.

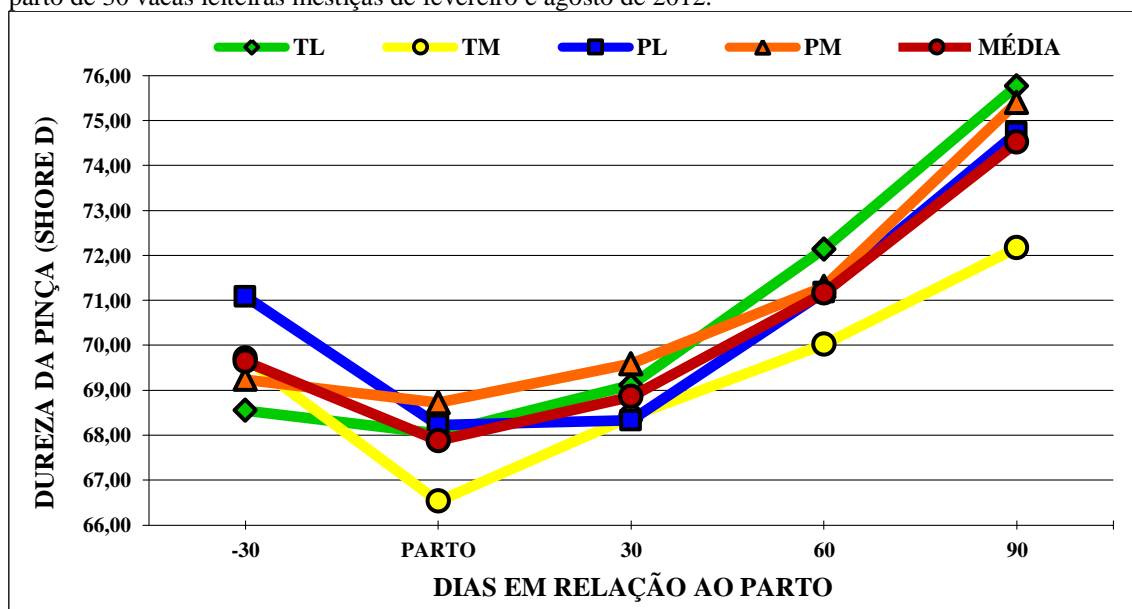
Não foram observadas diferenças significativas quanto à dureza da pinça entre as unhas em cada um dos momentos avaliados neste experimento.

TABELA 19 - Comparação das médias de dureza da pinça (Shore D) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

UNHA					
DIA	TL	TM	PL	PM	MÉDIA
-30	68,55 ^{B a}	69,71 ^{AB a}	71,08 ^{AB a}	69,24 ^{B a}	69,64 ^{BC}
PARTO	68,04 ^{B a}	66,53 ^{B a}	68,22 ^{B a}	68,72 ^{B a}	67,88 ^C
30	69,11 ^{B a}	68,41 ^{AB a}	68,33 ^{B a}	69,59 ^{B a}	68,86 ^{BC}
60	72,14 ^{AB a}	70,02 ^{AB a}	71,18 ^{AB a}	71,30 ^{AB a}	71,16 ^B
90	75,77 ^{A a}	72,17 ^{A a}	74,73 ^{A a}	75,40 ^{A a}	74,52 ^A

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem ($P < 0,05$)

GRÁFICO 13 - Representação da dureza da pinça (Shore D) das unhas em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.2.6 DUREZA DAS DIFERENTES REGIÕES DO CASCO

A comparação da dureza entre os diferentes pontos avaliados em diferentes regiões do casco demonstrou que a muralha foi a região com maior resistência (99,07 Shore D), seguida da dureza da sola-muralha e

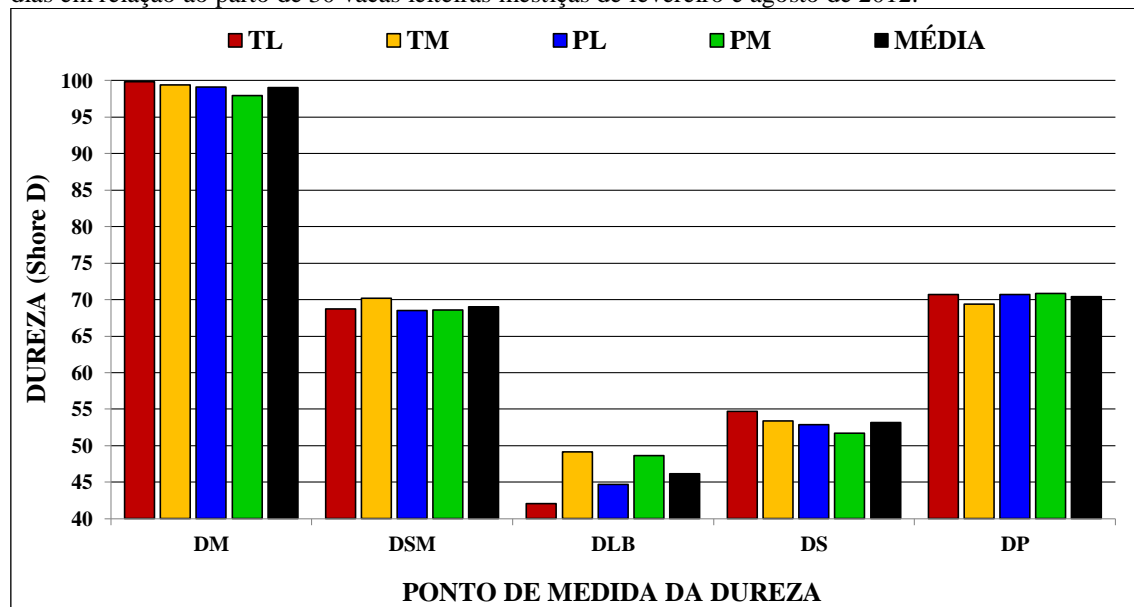
pinça (respectivamente 69,01 e 70,41 Shore D), que não diferiram entre si ($P < 0,05$). A dureza da sola (53,16 Shore D) foi menor que a dureza da sola-muralha e pinça e maior que a dureza da linha branca (46,15 Shore D), que foi identificada como a região mais macia do casco.

TABELA 20 - Comparação das médias de dureza (Shore D) entre os pontos analisados em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

PONTO	UNHA				
	TL	TM	PL	PM	MÉDIA
MURALHA	99,82 ^A	99,39 ^A	99,14 ^A	97,92 ^A	99,07 ^A
SOLA MURALHA	68,72 ^B	70,19 ^B	68,51 ^B	68,61 ^B	69,01 ^B
LINHA BRANCA	42,10 ^D	49,15 ^D	44,66 ^D	48,67 ^D	46,15 ^D
SOLA	54,69 ^C	53,38 ^C	52,86 ^C	51,70 ^C	53,16 ^C
PINÇA	70,72 ^B	69,37 ^B	70,71 ^B	70,85 ^B	70,41 ^B

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
DM- Dureza da muralha; DSM- Dureza da sola-muralha; DLB- Dureza da linha branca; DS- Dureza da sola; DP- Dureza da pinça
Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na mesma coluna diferem ($P < 0,05$)

GRÁFICO 14 - Representação das médias de dureza (Shore D) entre os pontos analisados em diferentes dias em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
DM- Dureza da muralha; DSM- Dureza da sola-muralha; DLB- Dureza da linha branca; DS- Dureza da sola; DP- Dureza da pinça

4.3 CRESCIMENTO E DESGASTE DOS CASCOS

4.3.1 CRESCIMENTO DA MURALHA DORSAL

O crescimento médio da muralha dorsal do casco foi menor ($P < 0,05$) no primeiro mês de lactação (0,41 cm/mês) em comparação ao mês que antecedeu o parto (0,63 cm/mês). No segundo mês de lactação (0,53 cm/mês) o ritmo de crescimento da muralha dorsal aumentou e no terceiro mês de lactação (0,62 cm/mês) retornaram ao ritmo de crescimento identificado antes do parto.

Analisando o crescimento da muralha dorsal das unhas individualmente no

decorrer dos meses foi observado que apesar de apresentarem diminuição no crescimento no primeiro mês de lactação, nas unhas mediais essas diferenças não foram significativas. Nas unhas laterais o crescimento foi menor ($P < 0,05$) no primeiro mês de lactação e nos membros pélvicos o crescimento da muralha dorsal aumentou mais lentamente, no segundo e no terceiro mês de lactação.

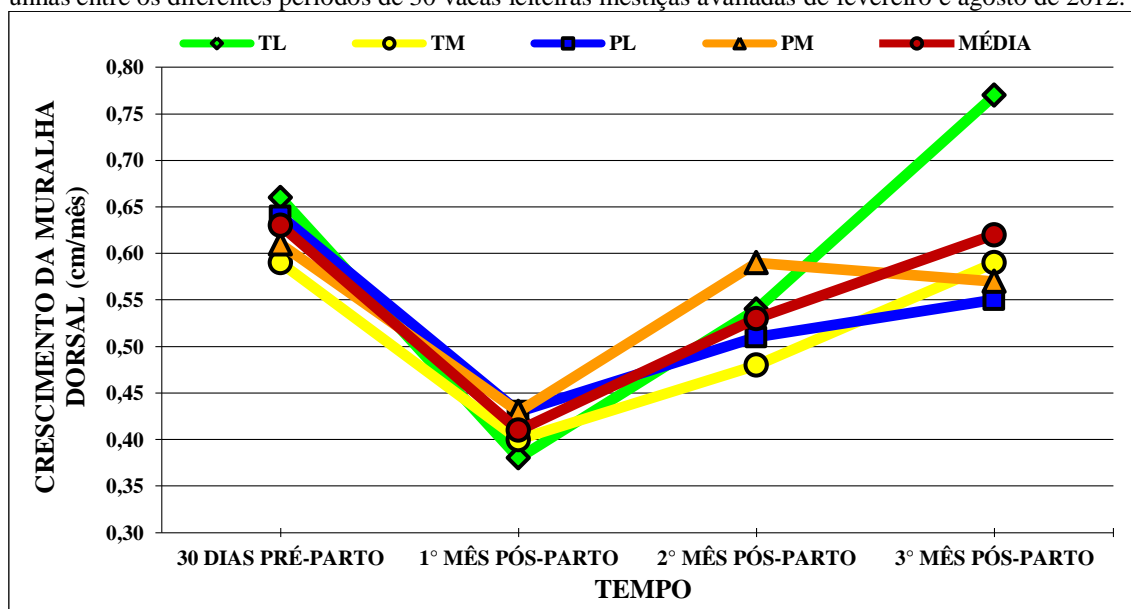
Em cada avaliação observada separadamente, não foram identificadas diferenças no crescimento da muralha dorsal entre as unhas.

TABELA 21 - Comparação das médias de crescimento da muralha dorsal dos cascos (cm/mês) das unhas em diferentes períodos em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

TEMPO	UNHA				
	TL	TM	PL	PM	MÉDIA
30 DIAS PRÉ-PARTO	0,66 ^{AB a}	0,59 ^{A a}	0,64 ^{A a}	0,61 ^{A a}	0,63 ^A
1º MÊS PÓS-PARTO	0,38 ^{B a}	0,40 ^{A a}	0,43 ^{B a}	0,43 ^{A a}	0,41 ^B
2º MÊS PÓS-PARTO	0,54 ^{AB a}	0,48 ^{A a}	0,51 ^{B a}	0,59 ^{A a}	0,53 ^{AB}
3º MÊS PÓS-PARTO	0,77 ^{A a}	0,59 ^{A a}	0,55 ^{AB a}	0,57 ^{A a}	0,62 ^A

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$)

GRÁFICO 15 - Representação das médias de crescimento da muralha dorsal dos cascos (cm/mês) das unhas entre os diferentes períodos de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.3.2 CRESCIMENTO DA MURALHA ABAXIAL

O crescimento da muralha abaxial foi menor no primeiro mês de lactação e já no segundo mês o crescimento retornou aos valores encontrados antes do parto.

No decorrer dos meses em que o crescimento da muralha abaxial foi acompanhado todas as unhas avaliadas e observadas individualmente apresentaram

menor crescimento no primeiro mês pós-parto.

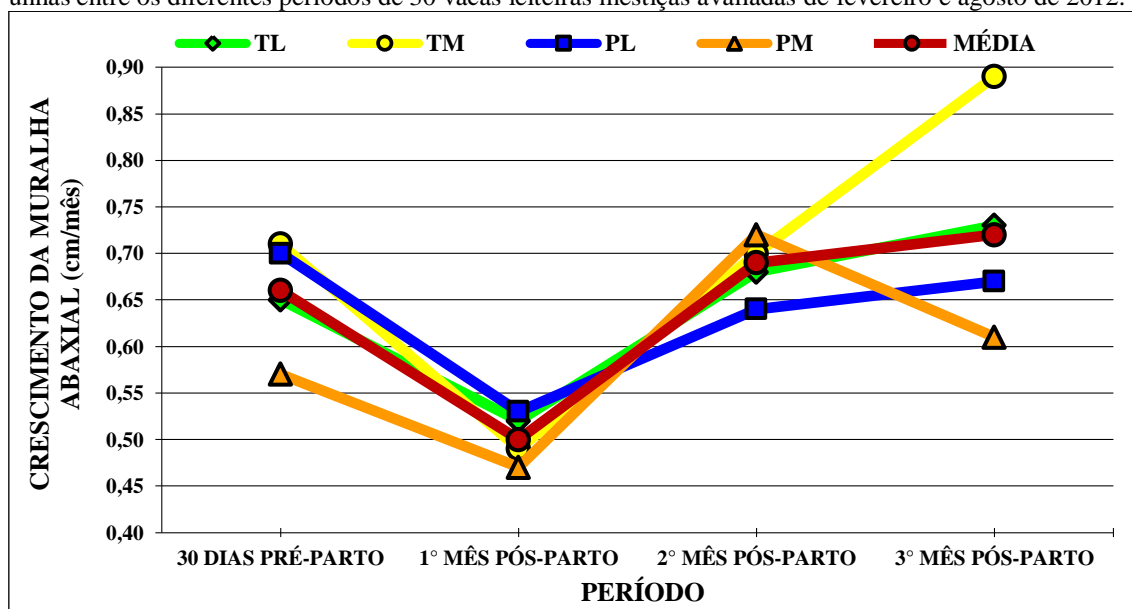
No primeiro e segundo meses de lactação não foram identificadas diferenças nas taxas de crescimento entre as diferentes unhas. As unhas mediais dos membros pélvicos apresentaram as menores taxas de crescimento no período pré-parto e no terceiro mês de lactação.

TABELA 22 - Comparação das médias de crescimento da muralha abaxial dos cascos (cm/mês) das unhas em diferentes períodos em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

PERÍODO	UNHA				
	TL	TM	PL	PM	MÉDIA
30 DIAS PRÉ-PARTO	0,65 ^{A ab}	0,71 ^{A a}	0,70 ^{A ab}	0,57 ^{AB b}	0,66 ^A
1º MÊS PÓS-PARTO	0,52 ^{B a}	0,49 ^{B a}	0,53 ^{B a}	0,47 ^{B a}	0,50 ^B
2º MÊS PÓS-PARTO	0,68 ^{A a}	0,70 ^{A a}	0,64 ^{A a}	0,72 ^{A a}	0,69 ^A
3º MÊS PÓS-PARTO	0,73 ^{A ab}	0,89 ^{A a}	0,67 ^{A ab}	0,61 ^{AB b}	0,72 ^A

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$)

GRÁFICO 16 - Representação das médias de crescimento da muralha abaxial dos cascos (cm/mês) das unhas entre os diferentes períodos de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.3.3 DESGASTE DA MURALHA DORSAL

Quando se comparou a média do desgaste da muralha dorsal de todas as unhas foram encontrados valores maiores no primeiro mês de lactação (0,69 cm/mês) em comparação com os demais. Mas no terceiro mês de lactação as medidas de desgaste da muralha dorsal aumentaram novamente (0,60 cm/mês) ficando próximas aos valores encontrados no primeiro mês de lactação.

Avaliando as unhas separadamente, foi observado que as unhas dos membros

torácicos apresentaram picos de maior desgaste da muralha dorsal no primeiro e terceiro mês de lactação. Diferentemente, as unhas dos membros pélvicos somente apresentaram desgaste superior no primeiro mês de lactação, mantendo-se baixos nos dois meses seguintes.

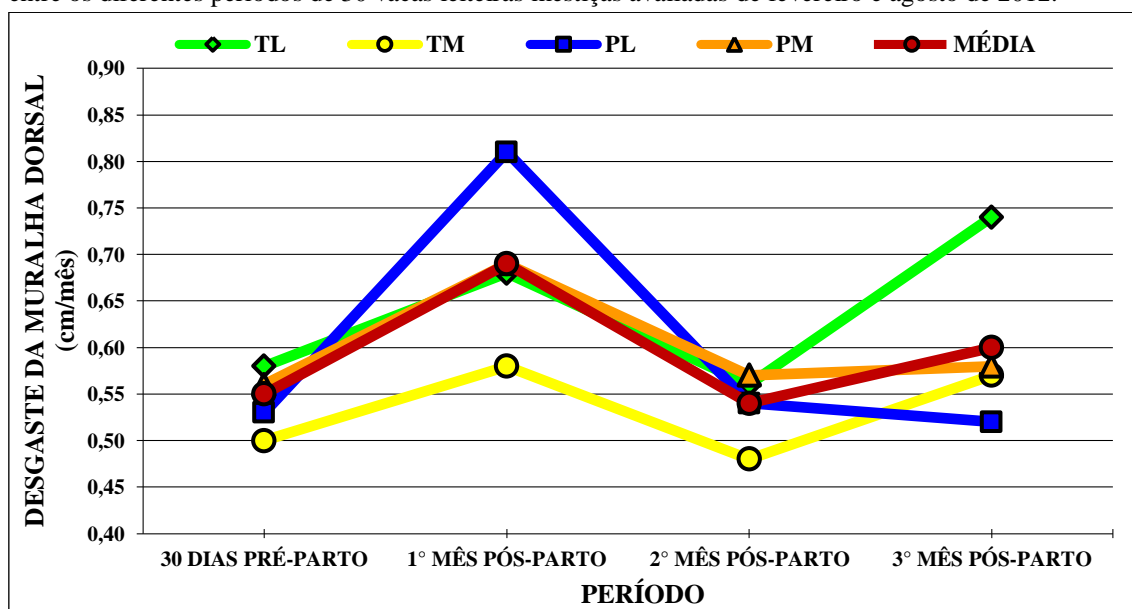
Nos meses em que o crescimento da muralha dorsal foi avaliado, não foram encontradas diferenças significativas entre as diferentes unhas em cada período isoladamente.

TABELA 23 - Comparação das médias de desgaste da muralha dorsal dos cascos (cm/mês) das unhas em diferentes períodos em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

PERÍODO	UNHA				MÉDIA
	TL	TM	PL	PM	
30 DIAS PRÉ-PARTO	0,58 ^{B a}	0,50 ^{B a}	0,53 ^{B a}	0,56 ^{B a}	0,55 ^B
1º MÊS PÓS-PARTO	0,68 ^{A a}	0,58 ^{A a}	0,81 ^{A a}	0,69 ^{A a}	0,69 ^A
2º MÊS PÓS-PARTO	0,56 ^{B a}	0,48 ^{B a}	0,54 ^{B a}	0,57 ^{B a}	0,54 ^B
3º MÊS PÓS-PARTO	0,74 ^{A a}	0,57 ^{A a}	0,52 ^{B a}	0,58 ^{B a}	0,60 ^{AB}

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem (P < 0,05)

GRÁFICO 17 - Representação das médias de desgaste da muralha dorsal dos cascos (cm/mês) das unhas entre os diferentes períodos de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.3.4 DESGASTE DA MURALHA ABAXIAL

O maior desgaste da muralha abaxial ocorreu mais tardiamente em relação ao desgaste da muralha dorsal, apresentando os maiores valores no segundo mês de lactação (0,80 cm/mês).

A unha lateral dos membros torácicos apresentou alta taxa de desgaste entre o

último mês de gestação e o segundo mês de lactação, com diminuição do desgaste da muralha abaxial somente no terceiro mês de lactação. A unha medial dos membros torácicos apresentou maior desgaste da muralha abaxial somente no segundo mês de lactação. Nas unhas laterais e mediais dos membros pélvicos a maior taxa de desgaste foi observada nos dois primeiros meses de lactação.

Avaliando as unhas em cada período não foram encontradas diferenças significativas entre o desgaste da muralha abaxial,

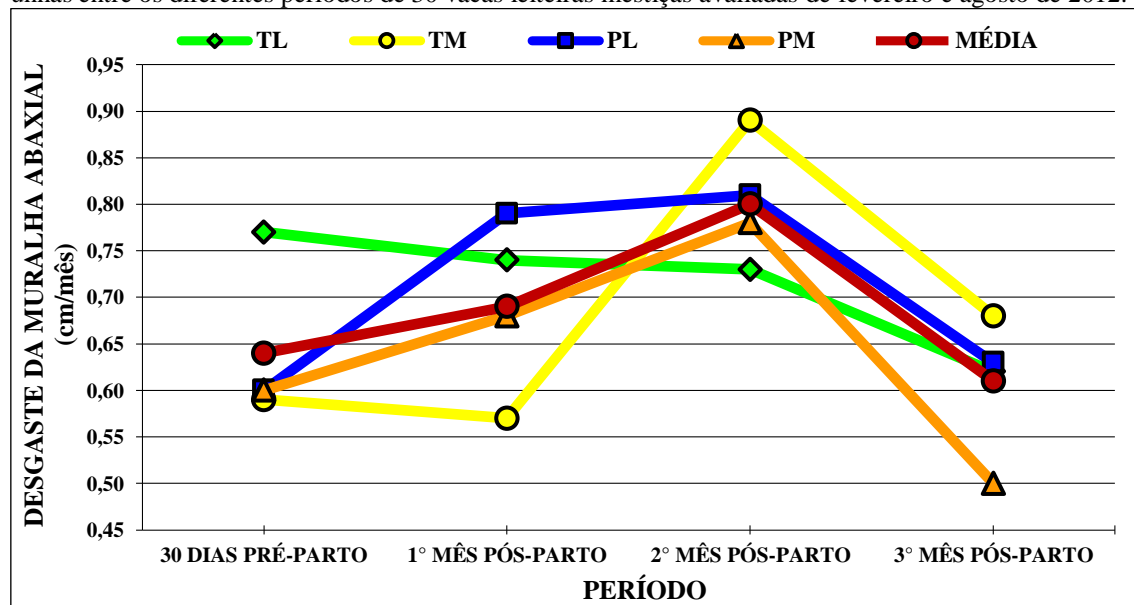
demonstrando que esse desgaste foi homogêneo entre as unhas em um mesmo período.

TABELA 24 - Comparação das médias de desgaste da muralha abaxial dos cascos (cm/mês) das unhas em diferentes períodos em relação ao parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.

PERÍODO	UNHA				MÉDIA
	TL	TM	PL	PM	
30 DIAS PRÉ-PARTO	0,77 ^{A a}	0,59 ^{B a}	0,60 ^{B a}	0,60 ^{B a}	0,64 ^{AB}
1º MÊS PÓS-PARTO	0,74 ^{A a}	0,57 ^{B a}	0,79 ^{A a}	0,68 ^{A a}	0,69 ^{AB}
2º MÊS PÓS-PARTO	0,73 ^{A a}	0,89 ^{A a}	0,81 ^{A a}	0,78 ^{A a}	0,80 ^A
3º MÊS PÓS-PARTO	0,62 ^{B a}	0,68 ^{B a}	0,63 ^{B a}	0,50 ^{B a}	0,61 ^B

TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas
Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$)

GRÁFICO 18 - Representação das médias de desgaste da muralha abaxial dos cascos (cm/mês) das unhas entre os diferentes períodos de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.



TL - Torácica lateral; TM - Torácica medial; PL - Pélvica lateral; PM - Pélvica medial; MÉDIA - Média das quatro unhas

4.4 ALTERAÇÕES BIOQUÍMICAS E MINERAIS

4.4.1 GLICOSE, ÁCIDOS GRAXOS NÃO ESTERIFICADOS (NEFA) E BETA HIDROXI-BUTIRATO (BHB)

As médias de glicemia apresentaram um pico no dia do parto de 62,09 mg/dL e aos 5 e 10 dias pós-parto apresentaram queda moderada, aumentando posteriormente e permanecendo estáveis nos meses seguintes.

As concentrações sanguíneas de NEFA diminuíram após o parto refletindo que a mobilização de gordura corpórea foi baixa, demonstrando que os animais não apresentaram balanço energético negativo intenso após o parto.

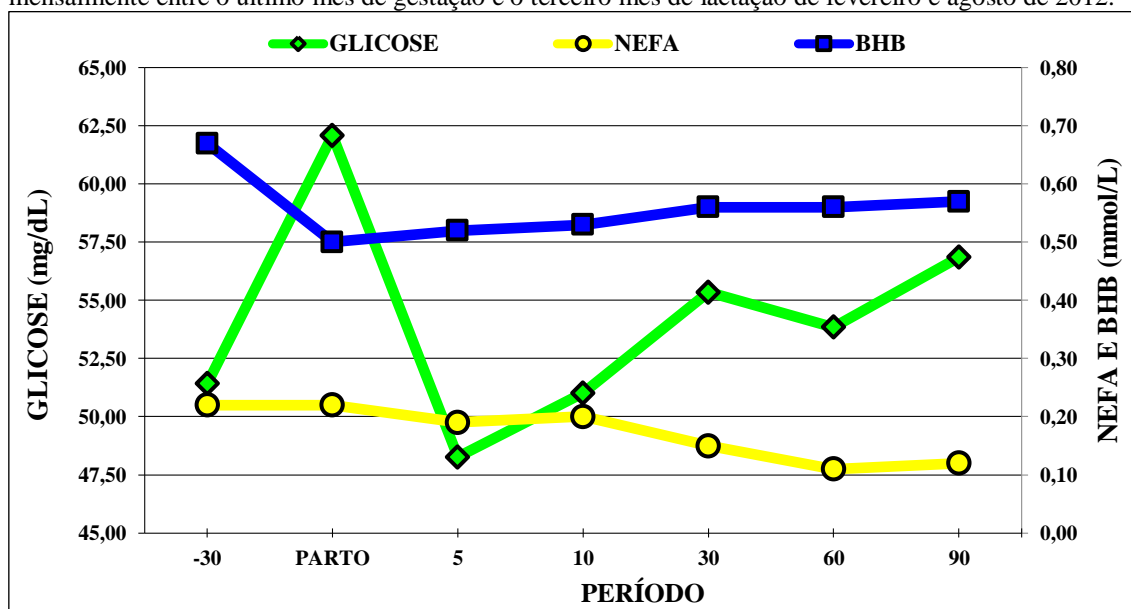
Não foram identificadas diferenças significativas entre os valores de BHB nos períodos avaliados, demonstrando assim como os resultados encontrados para o NEFA que houve baixa mobilização das reservas corporais no período experimental.

TABELA 25 – Valores médios ajustados de glicose sanguínea (mg/dL), NEFA (mmol/L) e BHB (mmol/L), de 30 vacas leiteiras mestiças entre o último mês de gestação e o terceiro de lactação.

PERÍODO	GLICOSE	NEFA	BHB
-30 DIAS	51,42 ^{BC}	0,22 ^A	0,67 ^A
PARTO	62,09 ^A	0,22 ^A	0,50 ^A
5 DIAS	48,26 ^C	0,19 ^{ABC}	0,52 ^A
10 DIAS	51,01 ^{BC}	0,20 ^{AB}	0,53 ^A
30 DIAS	55,35 ^{AB}	0,15 ^{ABC}	0,56 ^A
60 DIAS	53,85 ^{BC}	0,11 ^C	0,56 ^A
90 DIAS	56,85 ^{AB}	0,12 ^{BC}	0,57 ^A

Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na mesma coluna diferem ($P < 0,05$)

GRÁFICO 19 - Médias das concentrações de glicose sanguínea (mg/dL), NEFA (mmol/L) e BHB (mmol/L) entre os diferentes períodos em relação ao dia do parto de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas mensalmente entre o último mês de gestação e o terceiro mês de lactação de fevereiro e agosto de 2012.



A frequência de hiperglicemia (26,67%) foi superior no dia do parto em comparação com os outros períodos avaliados, enquanto a frequência de hipoglicemia foi superior aos 5 (36,67%) e 10 dias (23,22%) após o parto, (Tab. 26).

As frequências de animais com concentrações de NEFA maior que 0,4 mmol/dL também não diferiram entre os períodos avaliados demonstrando que

poucos animais apresentaram alta mobilização de gordura corpórea, (Tab. 26).

As frequências de animais com BHB de 0,7 a 1,0 mg/dL foram maiores aos 30 dias antes do parto e aos 5 dias pós-parto e em todos os períodos avaliados poucos animais apresentaram concentrações de BHB maiores que 1,0 mg/dL, (Tab. 26).

TABELA 26 - Comparação das frequências (%) de animais hipoglicêmicos (< 45 mg/dL), normoglicêmicos (entre 45 e 75 mg/dL) e hiperglicêmicos (> 75 mg/dL), com concentrações de NEFA menores que 0,4 mmol/L e maiores que 0,4 mmol/L e com concentrações de BHB menores que 0,7 mmol/L, entre 0,7 e 1,0 mmol/L e maiores 1,0 mmol/L entre os diferentes grupos de vacas leiteiras mestiças avaliadas entre o último mês de gestação e o terceiro mês de lactação.

DIAS EM RELAÇÃO AO DIA DO PARTO							
GLICOSE	-30	PARTO	5	10	30	60	90
> 75	3,33 ^a	26,67 ^b	3,33 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	3,33 ^a	0,00 ^a
45 - 75	80,00	60,00	60,00	76,67	90,00	83,33	93,67
< 45	16,67 ^a	13,33 ^a	36,67 ^b	23,22 ^a	10,00 ^a	13,33 ^a	3,33 ^a
DIAS EM RELAÇÃO AO DIA DO PARTO							
NEFA	-30	PARTO	5	10	30	60	90
> 0,4	10,00 ^a	20,00 ^a	10,00 ^a	20,00 ^a	13,33 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a
< 0,4	90,00	80,00	90,00	80,00	87,67	100,00	100,00
DIAS EM RELAÇÃO AO DIA DO PARTO							
BHB	-30	PARTO	5	10	30	60	90
> 1,0	6,67 ^a	0,00 ^a	6,67 ^a	6,67 ^a	10,00 ^a	6,67 ^a	6,67 ^a
0,7 – 1,0	50,00	23,33	50,00	26,67	26,67	33,33	33,33
< 0,7	43,33	76,67	43,33	66,66	63,33	60,00	60,00

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem (P < 0,05)

NEFA= Ácidos Graxos Não Esterificados

BHB = Beta Hidroxi-Butirato

4.4.2 CÁLCIO, FÓSFORO E MAGNÉSIO

Para as concentrações de cálcio séricos foram observadas quedas acentuadas aos 5 e 10 dias após o parto, ficando a média de todos os animais avaliados abaixo dos

valores considerados normais no pós-parto imediato.

As menores concentrações de fósforo séricos foram observadas aos 5 e 10 dias pós-parto, porém com as médias destes

grupos ainda dentro dos limites fisiológico de 4 a 8 mg/dL.

séricos foram observados aos 5 e 10 dias após o parto, sendo os valores encontrados, respectivamente 1,84 e 1,96 mg/dL.

Semelhante aos outros minerais avaliados as menores concentrações de magnésio

TABELA 27 – Valores médios ajustados de glicose sanguínea (mg/dL), NEFA (mmol/L) e BHB (mmol/L), de 30 vacas leiteiras mestiças entre o último mês de gestação e o terceiro de lactação.

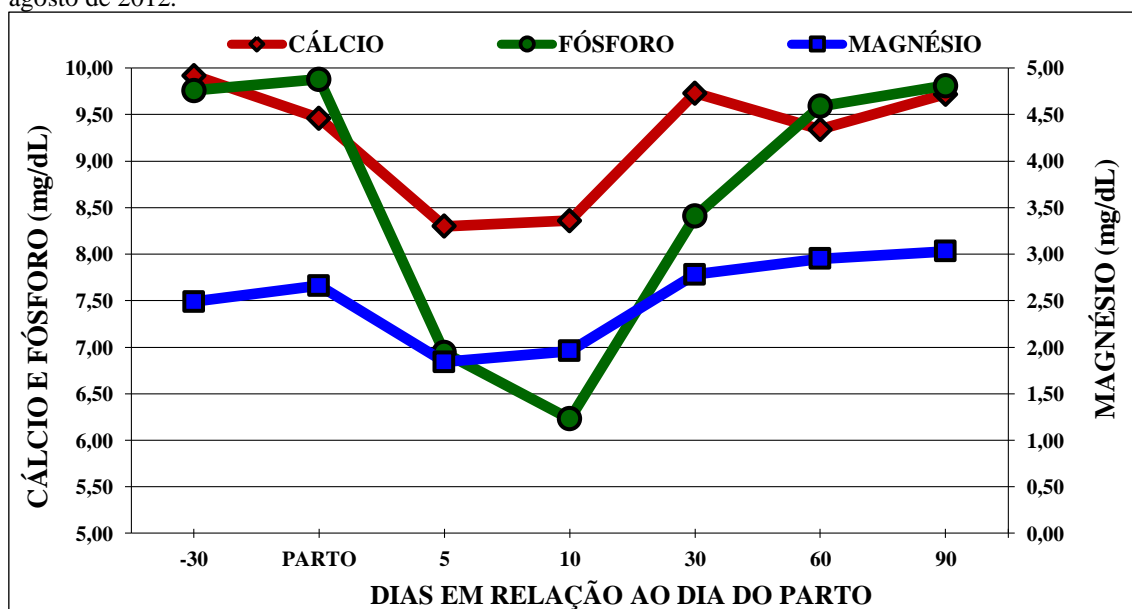
TEMPO	CÁLCIO	FÓSFORO	MAGNÉSIO
-30 DIAS	9,92 ^A	9,76 ^A	2,49 ^C
PARTO	9,46 ^A	9,88 ^A	2,66 ^{BC}
5 DIAS	8,30 ^B	6,94 ^{BC}	1,84 ^D
10 DIAS	8,36 ^B	6,23 ^C	1,96 ^D
30 DIAS	9,73 ^A	8,41 ^{AB}	2,78 ^{ABC}
60 DIAS	9,34 ^A	9,59 ^A	2,95 ^{AB}
90 DIAS	9,72 ^A	9,81 ^A	3,03 ^A

Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na mesma coluna diferem estatisticamente ($P < 0,05$)

NEFA= Ácidos Graxos Não Esterificados

BHB = Beta Hidroxi-Butirato

GRÁFICO 20 - Comparação das Médias das concentrações séricas de cálcio (mg/dL), fósforo (mg/dL) e magnésio (mg/dL) entre os diferentes períodos de 30 vacas leiteiras mestiças avaliadas de fevereiro e agosto de 2012.



As frequências de hipocalcemia aos 5 e 10 dias também foram estatisticamente elevadas em comparação com os outros períodos, sendo encontrados frequências de 60% e 56,67% aos 5 e 10 dias pós-parto, respectivamente, (Tab. 28).

A frequência de animais com hiperfosfatemia foram muito elevadas com 30 dias antes do parto e no dia do parto, caindo nos primeiros 10 dias após o parto e aumentando gradativamente para valores também elevados após o primeiro mês de lactação. Os animais com fósforo dentro dos valores de referência foram superiores aos 5 e 10 dias após o parto. No pós-parto imediato a frequência de animais com hipofosfatemia foi baixa, sendo 6,67% e

10%, respectivamente, aos 5 e 10 dias após o parto.

A frequência de vacas com hipomagnesemia foi elevada nesse experimento, com 50% dos animais aos 5 dias pós-parto e 36,67% aos 10 dias pós-parto, podemos afirmar que a hipomagnesemia pode ter contribuído para as elevadas frequências de hipocalcemia descritas anteriormente

TABELA 28 - Comparação das frequências (%) de animais com hipocalcemia clínica (< 5,5 mg/dL), hipocalcemia subclínica (entre 5,5 e 8,5 mg/dL) e normocalcêmicos (> 8,5 mg/dL), com hipofosfatemia (< 4,0 mg/dL), normofostatemia (entre 4,0 e 8,0 mg/dL) e hiperfostatemia (> 8,0 mg/dL) e com hipomagnesemia (< 1,8 mg/dL), normomagnesemia (entre 1,8 e 2,4 mg/dL) e hipermagnesemia (> 2,4 mg/dL) entre os diferentes grupos de vacas leiteiras mestiças avaliadas entre o último mês de gestação e o terceiro mês de lactação.

DIAS EM RELAÇÃO AO DIA DO PARTO							
CALCIO	-30	PARTO	5	10	30	60	90
> 8,5	80,00	76,67	40,00	43,33	90,00	80,00	86,67
5,5 – 8,5	20,00 ^b	23,33 ^b	60,00 ^a	56,67 ^a	10,00 ^b	20,00 ^b	13,33 ^b
< 5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DIAS EM RELAÇÃO AO DIA DO PARTO							
FÓSFORO	-30	PARTO	5	10	30	60	90
> 8,0	83,33 ^a	93,33 ^a	30,00 ^b	13,33 ^c	56,67 ^b	76,67 ^a	86,67 ^a
4,0 – 8,0	16,67	6,67	63,33	76,67	43,33	23,33	13,33
< 4,0	0,00	0,00	6,67	10,00	0,00	0,00	0,00
DIAS EM RELAÇÃO AO DIA DO PARTO							
MAGNÉSIO	-30	PARTO	5	10	30	60	90
> 2,4	53,33	76,67	6,67	3,33	73,33	90,00	90,00
1,8 – 2,4	43,33	20,00	43,33	60,00	26,67	6,67	10,00
< 1,8	3,33 ^b	3,33 ^b	50,00 ^a	36,67 ^a	0,00 ^b	3,33 ^b	0,00 ^b

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem (P < 0,05)

4.5 CORRELAÇÕES ENTRE O PERFIL MINERAL E METABÓLICO NO PÓS-PARTO E A CONFORMAÇÃO, A DUREZA, CRESCIMENTO E O DESGASTE DOS CASCOS AOS 30, 60 E 90 DIAS DE LACTAÇÃO

TABELA 29 - Correlações significativas entre o perfil metabólico pós-parto e as mensurações de conformação, dureza, crescimento e desgaste aos 30, 60 e 90 dias de lactação.

	COLETA PÓS-PARTO (dias)	MENSURAÇÃO	OBSERVAÇÃO PÓS-PARTO (dias)	r	P
CÁLCIO	10	Comprimento da muralha	30	0,3707	0,0437
	10	Ângulo do casco	90	-0,3837	0,0363
	10	Crescimento da muralha dorsal	30	0,4851	0,0066
	05	Dureza da sola	30	0,3849	0,0357
FÓSFORO	05	Desgaste da muralha dorsal	60	0,4447	0,0138
	05	Desgaste da muralha dorsal	90	0,4364	0,0159
MAGNÉSIO	10	Comprimento da muralha	60	0,4258	0,0190
	10	Comprimento diagonal	60	0,4364	0,0159
	10	Comprimento da sola	60	0,4776	0,0076
	10	Ângulo do casco	90	-0,3781	0,0394
	10	Comprimento da muralha	90	0,5282	0,0027
	10	Altura do talão	90	0,3830	0,0367
	10	Comprimento diagonal	90	0,4795	0,0073
	10	Largura da sola	90	0,3791	0,0388
	10	Comprimento da sola	90	0,5114	0,0039
	10	Desgaste da muralha dorsal	60	-0,4556	0,0114
	10	Desgaste da muralha abaxial	60	-0,3858	0,0352
	10	Dureza da pinça	60	0,3720	0,0430

TABELA 30 – Correlações significativas entre o perfil metabólico pós-parto e as mensurações de conformação, dureza, crescimento e desgaste aos 30, 60 e 90 dias de lactação.

	COLETA PÓS-PARTO (dias)	MENSURAÇÃO	OBSERVAÇÃO PÓS-PARTO (dias)	r	P
GLICOSE	-	-	-	-	-
BHB	-	-	-	-	-
NEFA	10	Comprimento diagonal	30	0,4022	0,0276
	10	Largura da sola	30	0,3794	0,0151
	10	Comprimento da sola	30	0,4393	0,0151
	05	Crescimento da muralha abaxial	30	0,4295	0,0179
	10	Dureza da sola	60	-0,4448	0,0138
	10	Dureza da sola-muralha	90	-0,4755	0,0079
	10	Dureza da sola	90	-0,4402	0,0149

NEFA= Ácidos Graxos Não Esterificados

BHB = Beta Hidroxi-Butirato

4.6 ANÁLISES DE REGRESSÃO SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS COM DIFERENTES PERFÍS MINERAIS E METABÓLICOS, EM RELAÇÃO ÀS MENSURAÇÕES DE CONFORMAÇÃO, CRESCIMENTO, DESGASTE E DUREZA DOS CASCOS E O TEMPO

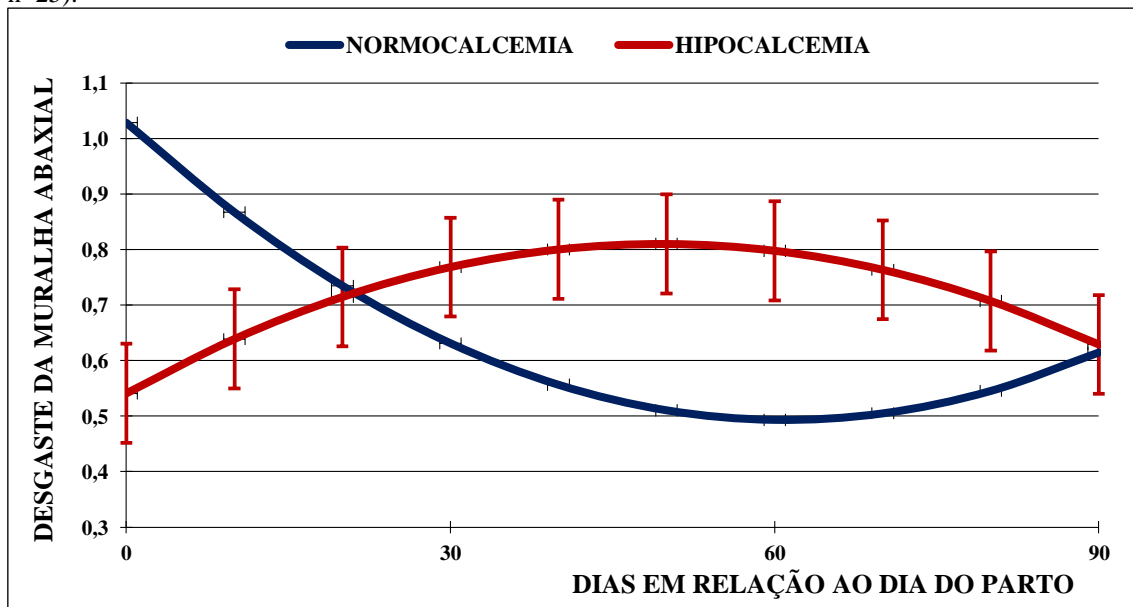
4.6.1 Desgaste da muralha abaxial x Cálcio

Houve interação entre os grupos de animais divididos em normocalcêmicos e hipocalcêmicos quando se relacionou o desgaste da muralha abaxial entre os diferentes tempos avaliados. O tempo zero

no gráfico 21 representa o desgaste do casco no pré-parto, 30 no primeiro mês, 60 no segundo mês e 90 o desgaste no terceiro mês.

Somente a curva para animais com hipocalcemia foi significativa ($P < 0,029$ e $R^2 = 100\%$). O desgaste da muralha abaxial no grupo de animais hipocalcêmicos teve desgaste de 0,54 cm/mês no pré-parto e atingiu um ponto máximo de desgaste de 0,81 cm/mês próximo aos 50 dias de lactação. Após esse momento o desgaste começou a declinar novamente atingindo 0,63 cm/mês aos 90 dias.

GRÁFICO 21 – Análise de regressão do desgaste da muralha abaxial (cm/mês) em relação ao tempo nos grupos de animais com normocalcemia ($Ca > 8,5$ mg/dL, $n=5$) e com hipocalcemia ($Ca < 8,5$ mg/dL, $n=25$).



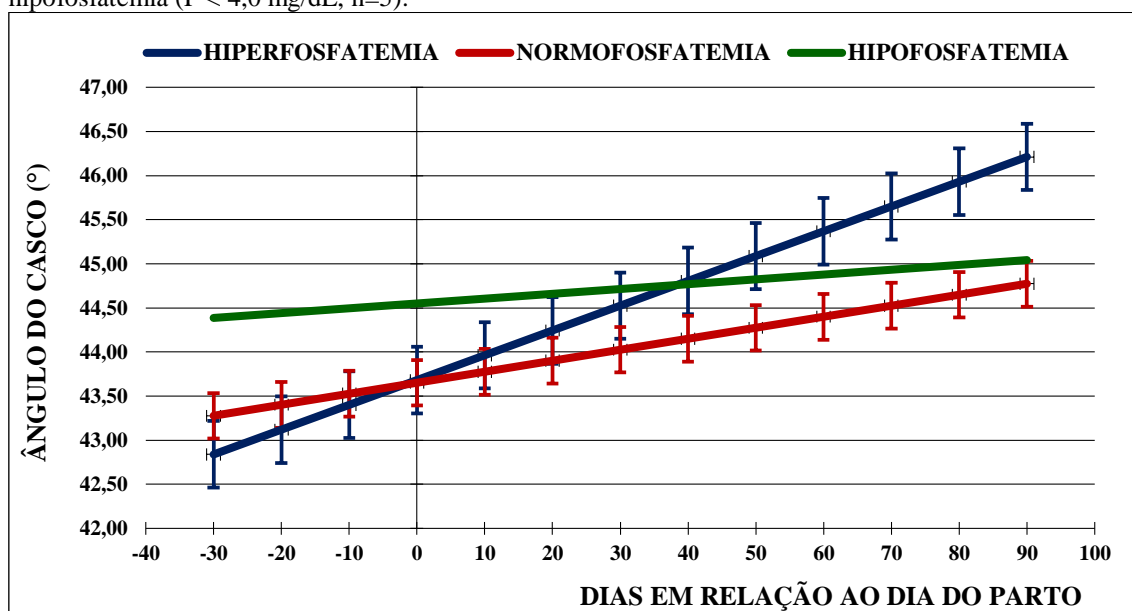
Desgaste da muralha abaxial Normocalcemia = $1,028300 - 0,017557.t + 0,000144.t^2$ $R^2=40,32\%$ $P < 0,1978$
Desgaste da muralha abaxial Hipocalcemia = $0,54098 + 0,010879.t - 0,00011.t^2$ $R^2=100,00\%$ $P < 0,029^*$

4.6.2 Ângulo do casco x Fósforo

A análise de regressão também demonstrou interação significativa quando se comparou o ângulo do casco dos animais com diferentes grupos de concentrações de fósforo sérico em relação ao tempo. A curva para os animais com hipofosfatemia

não foi significativa. Os animais com hiperfosfatemia apresentaram um aumento do ângulo do casco mais rápido que os animais com fosforo dentro do limite de 4 a 8 mg/dL, sendo que a partir dos 40 dias de lactação os animais com hiperfosfatemia apresentaram ângulo do casco superior aos normofosfatêmicos (Gráfico 22).

GRÁFICO 22 - Análise de regressão do ângulo do casco em relação ao tempo nos grupo de animais com hiperfosfatemia ($P > 8,0$ mg/dL, $n=8$), com normofosfatemia (P entre 4 e 8 mg/dL, $n=17$) e com hipofosfatemia ($P < 4,0$ mg/dL, $n=5$).



Ângulo do casco Hiperfosfatemia = $43,681250 + 0,028125.t$ $R^2=88,25\%$ $P < 0,000^*$

Ângulo do casco Normofosfatemia = $43,650824 + 0,000824.t$ $R^2=95,76\%$ $P < 0,000^*$

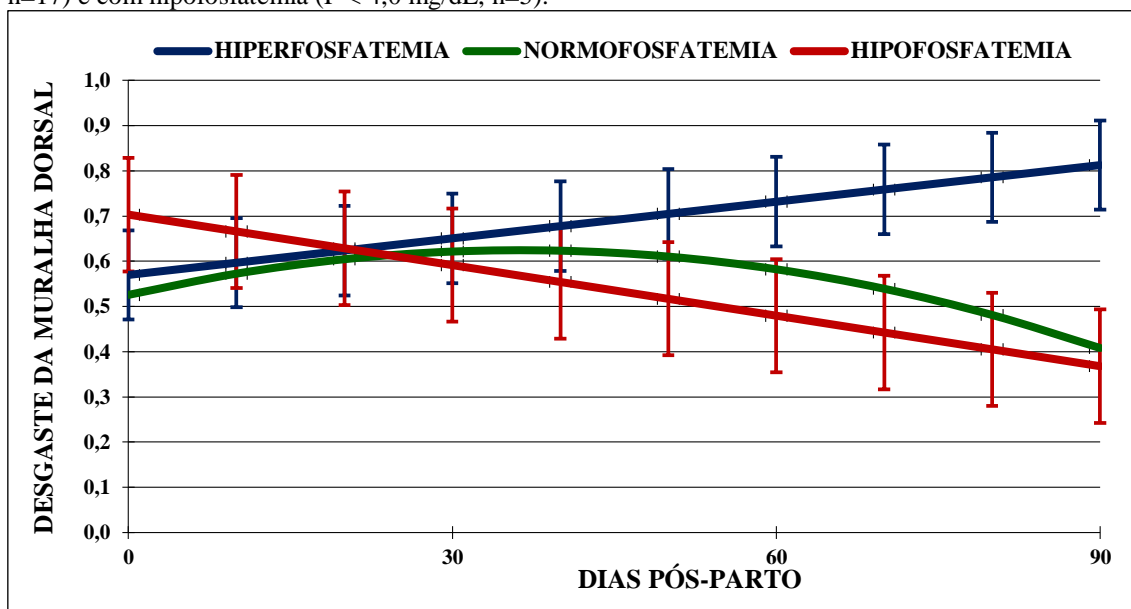
Ângulo do casco Hipofosfatemia = $44,550000 + 0,005467.t$ $R^2=35,02\%$ $P < 0,2802$

4.6.3 Desgaste da muralha dorsal x Fósforo

Houve também interação entre o tempo e o desgaste da muralha dorsal dos grupos com diferentes concentrações de fósforo. A curva dos animais normofosfatemia não foi significativa. A curva do grupo de animais

com hiperfosfatemia apresentou um aumento do desgaste da muralha dorsal com o decorrer do tempo, enquanto a curva de animais com hipofosfatemia apresentaram uma diminuição do desgaste com o passar do tempo (Gráfico 23).

GRÁFICO 23 - Análise de regressão do desgaste da muralha dorsal (cm/mês) em relação ao tempo nos grupo de animais com hiperfosfatemia ($P > 8,0$ mg/dL, $n=8$), com normofosfatemia (P entre 4 e 8 mg/dL, $n=17$) e com hipofosfatemia ($P < 4,0$ mg/dL, $n=5$).



Desgaste da muralha dorsal Hiperfosfatemia = $0,569750 + 0,0027.t$ $R^2=78,65\%$ $P < 0,0411^*$

Desgaste da muralha dorsal Normofosfatemia = $0,525647 + 0,005443.t - 0,000075.t^2$ $R^2=48,13\%$ $P < 0,1285$

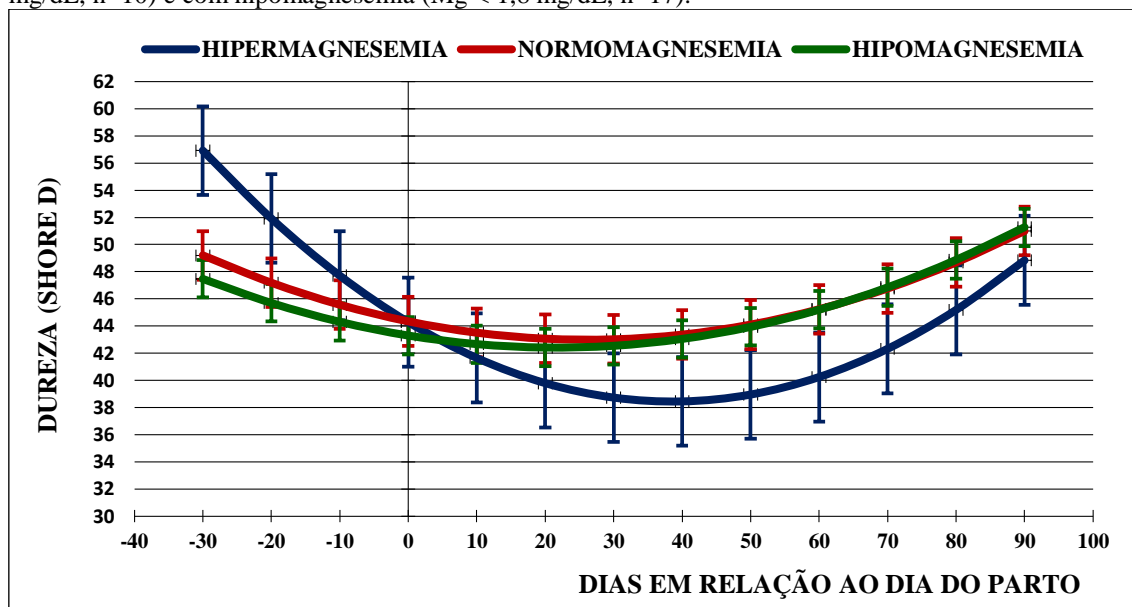
Desgaste da muralha dorsal Hipofosfatemia = $0,703200 - 0,003727.t$ $R^2=78,76\%$ $P < 0,0493^*$

4.6.4 Dureza da linha branca x Magnésio

A dureza da linha branca foi diferente quando se observou o comportamento das curvas dos diferentes grupos com concentrações de magnésio elevadas, dentro da faixa de normalidade e abaixo dos valores de referência. Observando o comportamento da curva de animais com hipermagneseemia concluímos que a dureza da linha branca desses animais diminuiu de

forma muito intensa entre 30 dias antes do parto e 20 dias pós-parto, momento em que se estabilizou e 60 dias começou a endurecer novamente. Nos animais com magnésio dentro da faixa de normalidade e os com hipomagneseemia a dureza da linha branca variou pouco no decorrer do intervalo avaliado e foi semelhante entre os dois grupos em todo período avaliado (Gráfico 24).

GRÁFICO 24 - Análise de regressão da dureza da linha branca em relação ao tempo nos grupo de animais com hipermagneseemia (Mg > 2,4 mg/dL, n=3), com normomagneseemia (Mg entre 1,8 e 2,4 mg/dL, n=10) e com hipomagneseemia (Mg < 1,8 mg/dL, n=17).



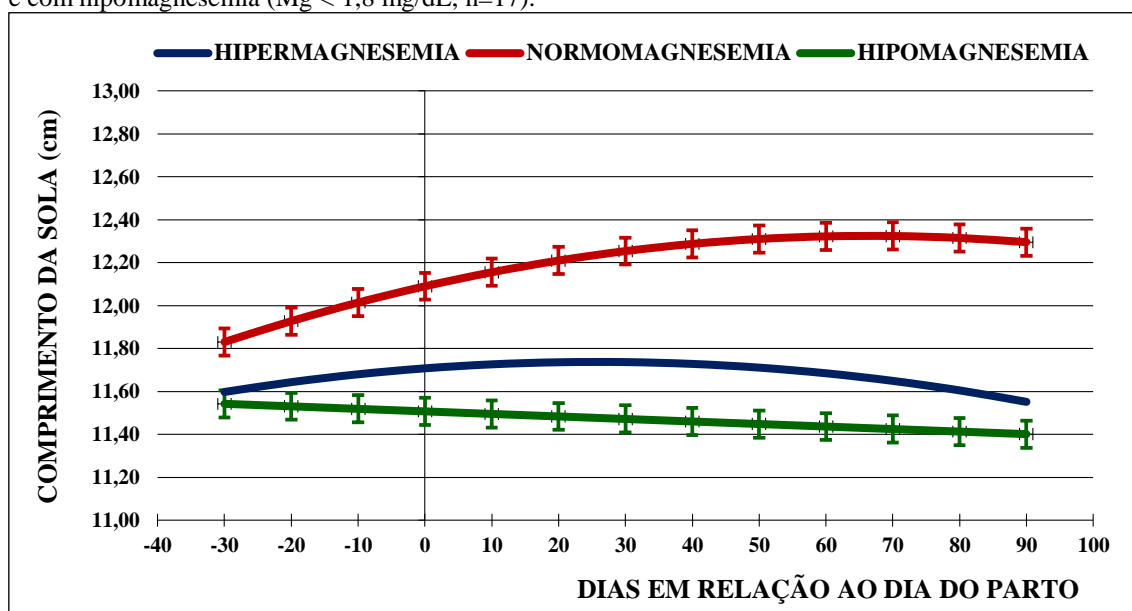
Dureza da linha branca Hiperfosfatemia = $44,286000 - 0,303256.t + 0,003931.t^2$ $R^2=79,96\%$ $P < 0,0001^*$
Dureza da linha branca Normofosfatemia = $44,340943 - 0,10307.t + 0,001967.t^2$ $R^2=96,28\%$ $P < 0,0064^*$
Dureza da linha branca Hipofosfatemia = $43,297513 - 0,082082.t + 0,001897.t^2$ $R^2=93,96\%$ $P < 0,0047^*$

4.6.5 Comprimento da sola x Magnésio

Na análise de regressão entre o comprimento da sola dos diferentes grupos no tempo avaliado, somente a curva do grupo de animais com magnésio dentro da

faixa de normalidade foi significativa. Nesse grupo o comprimento da sola aumentou de forma mais acentuada entre os 30 dias pré-parto e os 30 dias de lactação, se estabilizando após esse momento (Gráfico 25).

GRÁFICO 25 - Análise de regressão do comprimento da sola em relação ao tempo nos grupo de animais com hipermagnesemia (Mg > 2,4 mg/dL, n=3), com normomagnesemia (Mg entre 1,8 e 2,4 mg/dL, n=10) e com hipomagnesemia (Mg < 1,8 mg/dL, n=17).



Comprimento da sola Hipermagnesemia = $11,707905 + 0,002316.t - 0,000045.t^2$ $R^2=23,26\%$ $P < 0,4570$

Comprimento da sola Normomagnesemia = $12,089914 + 0,007054.t - 0,000053.t^2$ $R^2=89,35\%$ $P < 0,0318^*$

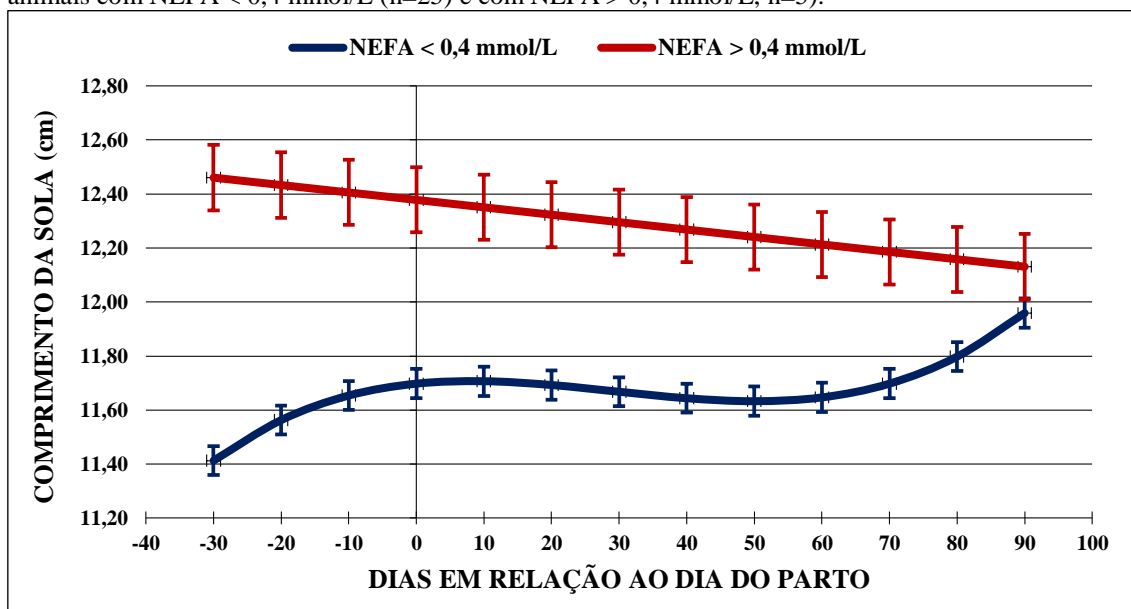
Comprimento da sola Hipomagnesemia = $11,507412 - 0,001176.t$ $R^2=47,18\%$ $P < 0,0791$

4.6.6 Comprimento da sola x Ácidos Graxos Não Esterificados (NEFA)

O comprimento da sola nos grupos com NEFA abaixo e acima de 0,4 mmol/L teve interação significativa com o tempo. Nos animais com NEFA acima de 0,4 mmol/L o comprimento da sola diminuiu de forma

linear e constante no intervalo de tempo avaliado. Os animais do grupo com NEFA abaixo de 0,4 mmol/L nos 30 dias antes do parto aumentaram o seu comprimento de muralha. A partir do parto o comprimento da sola teve uma tendência a cair e voltando a aumentar após os 60 dias de lactação (Gráfico 26).

GRÁFICO 26 - Análise de regressão do comprimento da sola (cm) em relação ao tempo nos grupo de animais com NEFA < 0,4 mmol/L (n=25) e com NEFA > 0,4 mmol/L, n=5).



Comprimento da sola NEFA < 0,4 mmol/L = $11,697737 + 0,00245.t - 0,000175.t^2 + 0,000002.t^3$
 $R^2=97,91\%$ $P < 0,0326^*$

Comprimento da sola NEFA > 0,4 mmol/L = $12,378000 - 0,002747.t$ $R^2=77,36\%$ $P < 0,0329^*$

4.7 PREVALÊNCIA DE LESÕES PODAIS

TABELA 31 - Comparação das frequências das diferentes lesões podais observadas entre os diferentes grupos de vacas leiteiras mestiças avaliadas entre o último mês de gestação e o terceiro mês de lactação.

LESÃO	DIAS EM RELAÇÃO AO DIA DO PARTO				
	-30	PARTO	30	60	90
ET	100,00 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a
EH	100,00 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a	96,67 ^a	100,00 ^a
DD	60,00 ^a	63,33 ^a	73,33 ^a	53,33 ^a	46,67 ^a
DI	46,67 ^a	36,67 ^a	53,33 ^a	46,67 ^a	46,67 ^a
HS	13,33 ^c	16,67 ^c	26,67 ^{bc}	40,00 ^b	60,00 ^a
DLB	10,00 ^b	33,33 ^a	33,33 ^a	36,67 ^a	46,67 ^a
CT	93,33 ^a	96,67 ^a	100,00 ^a	100,00 ^a	93,33 ^a
HI	20,00 ^a	33,33 ^a	26,67 ^a	30,00 ^a	36,67 ^a
US	0,00 ^a	3,33 ^a	3,33 ^a	3,33 ^a	3,33 ^a

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem ($P < 0,05$)

ET= Erosão de talão; EH= Estrias Horizontais; DD= Dermatite Digital; DI= Dermatite Interdigital; HS= Hemorragia de Sola; DLB= Doença da Linha Branca; CT= Casco em Tesoura; HI= Hiperplasia Interdigital; US= Úlcera de Sola.

4.7.1 Erosão de talão

A erosão de talão (ET) foi uma das lesões mais frequentes encontradas sendo observada em todos os animais avaliados em todos os tempos.

4.7.2 Estrias horizontais

A prevalência de estrias horizontais (EH) foi elevada, pois foram consideradas desde pequenas estrias a estrias mais proeminentes. Sendo uma seqüela de quadros de laminite, essa alteração demonstra que alterações sistêmicas estão resultando em inflamação das lâminas do córium. Quase todos os animais apresentaram EH em seus cascos, sendo a menor prevalência encontrada a de 96,67% nos animais no segundo mês de lactação.

Em todos os outros períodos a prevalência foi de 100%.

4.7.3 Dermatite digital

As prevalências de dermatite digital (DD) encontradas foram muito elevadas em todos os períodos avaliados sem diferenças estatísticas entre os períodos de avaliação. No pré-parto e parto aproximadamente 60% dos animais apresentavam a lesão. No primeiro mês de lactação foi observada prevalência de 73,33% e nos dois meses subsequentes para 53 e 46% respectivamente.

4.7.4 Dermatite interdigital

Foram encontradas também elevadas prevalências de dermatite interdigital (DI) porém com valores inferiores aos de DI. As

prevalências variaram de 36,67% a 53,33% sem diferenças estatísticas entre os momentos de avaliação.

4.7.5 Hemorragias de sola

As hemorragias de sola (HS) apresentaram uma prevalência baixa 30 dias antes do parto, no momento do parto e no primeiro mês de lactação foi evidenciado um aumento discreto. A ocorrência de hemorragias de sola aumentou mais intensamente no segundo mês de lactação (40%) e no terceiro mês de lactação (60%). Isso evidencia que alterações laminíticas que ocorreram no peri-parto se tornaram visíveis na sola a partir do segundo mês.

4.7.6 Doença da linha branca

As alterações da linha branca foram evidenciadas mais precocemente que as hemorragias de sola, sendo que no parto e primeiro mês de lactação 33,33% dos animais já apresentavam esta doença. Nos meses posteriores as prevalências foram semelhantes, mas com valores atingindo até 46,67% dos animais.

4.7.7 Casco em tesoura

Como os animais avaliados nesse experimento eram mestiços da raça Girolando, a maioria deles possuía algum grau de casco em tesoura, característica bem evidente em animais da raça gir.

4.7.8 Hiperplasia interdigital

A hiperplasia do tecido interdigital foi encontrada de forma moderada e constante com prevalências variando de 20 a 36% nos animais avaliados sendo os maiores valores encontrados aos 3 meses de lactação.

4.7.9 Úlcera de sola

No período experimental foi identificado um caso de úlcera de sola em cada período (3,33% dos animais examinados), exceto 30 dias antes do parto.

5. DISCUSSÃO

5.1 CONFORMAÇÃO DOS CASCOS

Os valores médios dos ângulos dos cascos de todas as unhas variaram entre 43,44° e 45,35°, entre os 30 dias pré-parto e os 90 dias de lactação. Casagrande (2010) observou que os ângulos dos cascos tendem a diminuir com o número de lactações dos animais, entretanto este autor observou ângulos de casco levemente superiores, que variaram de 45,74° a 48,45° avaliando animais de diversas idades. Esta diferença pode ser explicada pela manutenção das vacas em piso de cimento, favorecendo maior desgaste da muralha.

Na literatura observa-se que existe uma variação dos valores médios de ângulos dos cascos e que estes variam de acordo com o

tipo de piso onde as vacas eram mantidas e, conseqüentemente, a intensidade do desgaste. Somers et al. (2005) encontraram ângulos do casco próximos aos encontrados neste experimento com variações entre 42,50° e 47,8° entre diferentes tipos de piso em animais criados confinados, sendo que os menores ângulos foram identificados em pisos com cobertura orgânica, que diminuiu o desgaste e os maiores ângulos em piso de concreto.

Mauchle (2001) avaliando a conformação dos cascos de vacas de duas diferentes fazendas encontrou médias de ângulo do casco variando entre 41,46° e 51,25°. Ferreira (2003) encontrou média de 48° para o ângulo de vacas criadas em confinamento. Ribeiro (2005) encontrou ângulos do casco de vacas mestiças com diferentes números de lactações, também próximos aos resultados deste experimento.

A comparação dos ângulos dos cascos das diferentes unhas demonstrou que em todos os períodos avaliados neste experimento, nos membros torácicos, as unhas laterais apresentaram maiores valores de ângulo do casco em comparação com as unhas mediais, enquanto que nos membros pélvicos, não foram observadas diferenças entre as diferentes unhas. Mauchle (2001) e Casagrande (2010) também observaram o mesmo comportamento em relação aos ângulos dos cascos.

Casagrande (2010) observou que o comprimento da muralha foi de 7,95 cm nas vacas de primeira lactação e que, a partir da segunda lactação, as médias foram semelhantes variando entre 8,65 e 8,68 cm, valores estes ligeiramente superiores aos observados em todos os períodos deste experimento em que o valor máximo de comprimento da muralha foi de 8,24 cm até o parto com medidas inferiores nos três primeiros meses de lactação. Entretanto Somers et al. (2005) e Mauchle (2001) encontraram medidas de comprimento da muralha semelhantes aos observados neste experimento independente do período de avaliação.

Ferreira (2003) encontrou comprimento de muralha maior nas unhas mediais dos membros torácicos (7,43 cm) em comparação com as mediais (7,23 cm), não encontrando diferenças entre as unhas laterais e mediais dos membros pélvicos (7,04 cm). Quando se fez essa comparação nos diferentes momentos avaliados neste experimento foi observado que as unhas mediais dos membros torácicos apresentaram maior comprimento de muralha que as unhas laterais aos 30 dias pré-parto e após os 60 dias de lactação. Isso ocorreu por que as unhas mediais dos membros torácicos apresentaram expressiva redução do comprimento da muralha no parto e primeiro mês de lactação enquanto as unhas laterais dos membros torácicos aumentaram suas dimensões no último mês

de gestação e apresentaram pequena queda no primeiro mês de lactação. As médias observadas em todas as unhas deste experimento foram superiores às encontradas por Ferreira (2003), que avaliou vacas em confinamento em piso de cimento em que o desgaste é maior, resultando em menores comprimentos de muralha.

As médias de altura do talão observadas neste experimento foram semelhantes às observadas por Casagrande (2010) em vacas da raça Holandês semi-confinadas com médias de altura do talão de 3,79 cm em condições muito semelhantes de criação. Ferreira (2003), em animais confinados em piso de concreto observou menores valores de altura de talão com média de 3,33 cm, que podem estar relacionadas à taxa de desgaste maior neste tipo de piso.

Nos membros torácicos, as unhas laterais apresentaram maior altura do talão em comparação com as mediais somente aos 30 e 60 dias de lactação e a altura do talão foi superior nos membros torácicos em comparação com os pélvicos. Em todos os períodos avaliados foi identificada maior altura de talão nas unhas laterais dos membros pélvicos em comparação com as mediais corroborando com as observações de Mauchle (2001), Ferreira (2003) e Casagrande (2010) que esse mesmo comportamento da altura do talão entre as

diferentes unhas dos membros pélvicos. Esses achados podem ser explicados pelos estudos feitos por Toussaint Raven, (1989), que comprovou que a distribuição de peso entre as unhas laterais e mediais quando o animal se locomove não é uniforme. A maior parte do peso é suportada pelas unhas laterais, fazendo com que ela apresente um estímulo maior para o crescimento. O talão também recebe esta influência e apresenta maior crescimento nas unhas laterais dos membros pélvicos.

No atual estudo foram identificados maiores valores de comprimento diagonal nos membros torácicos em comparação com os pélvicos em todos os períodos avaliados e que as unhas laterais nos membros torácicos e pélvicos apresentaram maior comprimento diagonal em relação às mediais. Casagrande (2010) encontrou resultados semelhantes na comparação entre membros anteriores e posteriores, porém não identificou diferenças entre as unhas laterais e mediais. Os valores médios encontrados por este autor foram bem próximos aos deste experimento, variando entre 14,42 a 14,92 cm de comprimento diagonal. Somers et al. (2005) encontraram menor média de comprimento diagonal do casco (13,7 cm) que as encontradas neste experimento.

Foi observado aumento da largura da unha lateral do membro pélvico entre os 30 dias pré-parto e os 90 dias de lactação, o que não

aconteceu nas outras unhas. Toussaint Raven, (1989) comprovou que a distribuição de peso entre as unhas laterais e mediais quando o animal se locomove não é uniforme. A maior parte do peso é suportada pelas unhas laterais dos membros pélvicos, fazendo com que ela apresente um estímulo maior para o crescimento.

Casagrande (2010) observou que a largura da sola foi maior nos membros torácicos em comparação com os pélvicos e que nos membros torácicos, as unhas mediais apresentaram maiores dimensões e nos membros pélvicos as unhas laterais foram mais largas. No atual estudo, entre os 30 dias pré-parto e os 90 dias de lactação, foi observado que nos membros torácicos as unhas mediais foram mais largas que as laterais somente após os 60 dias de lactação. Nos membros pélvicos, as unhas laterais foram mais largas que as mediais após o parto. Isso demonstra que o período de mensuração das conformações dos cascos detectou diferenças antes não observadas.

O comprimento da sola também foi superior nas unhas mediais dos membros torácicos e nas unhas laterais dos membros pélvicos, resultados semelhantes foram encontrados por Casagrande (2010). Como ocorreu com a largura da sola, as únicas unhas que aumentaram o comprimento da sola entre os 30 dias pré-parto e os 90 dias de lactação foram as unhas laterais dos membros

pélvicos o que também está relacionado ao maior suporte de peso nestas unhas (Toussaint Raven, 1989).

5.2 DUREZA DOS CASCOS

A sola e a linha branca se apresentaram mais macias no parto e aos 30 dias de lactação. Este fato pode ter influenciado a identificação de lesões nessas partes do casco muito precocemente, nos primeiros meses de lactação. Winkler e Margerison (2012) avaliaram a dureza da sola e da linha branca do casco e identificaram que a sola começou a ficar mais macia aos 60 dias de lactação e a linha branca somente aos 160 dias de lactação. A região da muralha e sola-muralha apresentaram-se mais macias aos 30 dias. Baggott et al. (1988) identificaram que a maior dureza dessas regiões foram relacionadas às maiores concentrações de cálcio, fósforo, cobre e zinco em relação às outras partes do casco.

5.3 CRESCIMENTO E DESGASTE DOS CASCOS

Diferente do observado neste experimento Livesey e Laven (2007) observaram maior ritmo de crescimento entre os 45 e 90 dias de lactação, entretanto estes autores identificaram menor crescimento no último mês de lactação em comparação com os primeiros 45 dias de lactação, o que também diferiu dos achados deste experimento que identificou queda da taxa

de crescimento nos 30 primeiros dias de lactação. Porém os autores citados acima utilizaram novilhas para fazer essas avaliações o que pode ter influenciado essas diferenças.

Outra diferença encontrada, em comparação com os achados deste experimento, foi que Livesey e Laven (2007) não encontraram diferenças no ritmo de desgaste das muralhas dos cascos com o evoluir da lactação, enquanto os animais avaliados no presente estudo apresentaram aumento do ritmo de desgaste nos primeiros 30 dias de lactação para a muralha dorsal e no segundo mês de lactação para a muralha abaxial dos cascos. Como novilhas apresentam um peso inferior e não são manejadas diariamente no processo de ordenha, tendo que andar distâncias menores, pode ter influenciado no pouco desgaste dos animais avaliados por Livesey e Laven (2007).

5.4 ALTERAÇÕES E INTER-RELAÇÕES ENTRE CONFORMAÇÃO, DUREZA, CRESCIMENTO E DESGASTE DOS CASCOS ENTRE OS 30 DIAS PRÉ-PARTO E OS 90 DIAS DE LACTAÇÃO

As variações na conformação, dureza, crescimento e desgaste que ocorreram durante o período experimental não podem ser avaliadas individualmente, pois estão inter-relacionadas. Assim alterações na dureza ou crescimento e desgaste dos

cascos podem resultar em alterações na conformação dos cascos. Estes itens então serão discutidos em conjunto para melhor compreensão dos achados.

Na literatura pesquisada foram encontradas poucos trabalhos que avaliaram esses fatores em períodos diferentes, resultando em dificuldade na comparação entre os resultados. De forma geral, a maioria dos trabalhos científicos analisaram medidas de conformação, dureza, crescimento e desgaste dos cascos sem se importarem em que fase de produção os animais estavam no momento das mensurações. Na maioria dos casos, estes itens são comparados em animais com diferentes números de lactações, diferentes idades ou em diferentes estações do ano.

As alterações identificadas nas conformações dos cascos nos primeiros meses de lactação foram o aumento do ângulo do casco após os 60 dias de lactação, diminuição do comprimento da muralha após os 30 dias de lactação, aumento da altura do talão após os 60 dias de lactação. O comprimento diagonal do casco, a largura da sola e o comprimento da sola não diferiram entre os momentos avaliados.

Com relação às mensurações de dureza dos diferentes pontos avaliados foram observados menores valores na região da muralha e da sola-muralha aos 30 dias de

lactação. As mensurações de dureza da linha branca e sola foram inferiores no momento do parto e no primeiro mês de lactação. A dureza da pinça foi inferior entre os 30 dias pré-parto e os 30 dias pós-parto com aumento significativo após os 60 e 90 dias de lactação.

O crescimento e o desgaste dos cascos apresentaram comportamentos inversos, sendo que o crescimento tanto da muralha dorsal como da abaxial apresentaram queda no primeiro mês de lactação. O desgaste da muralha dorsal foi superior no primeiro mês de lactação e o desgaste da muralha abaxial foi no segundo mês de lactação.

Analisando os resultados de conformação, dureza, crescimento e desgaste dos cascos em conjunto observou-se que as alterações ocorreram ao mesmo tempo e que são interdependentes. O ângulo do casco que aumentou aos 60 dias de lactação é resultado da diminuição do comprimento da muralha que foi observado após os 30 dias de lactação. O menor comprimento da muralha faz com que o peso suportado pelo casco fique mais concentrado na região anterior do mesmo (pinça), diminuindo o peso suportado pela região posterior do casco (talão) que resulta em um menor desgaste, sendo observado aumento do talão após os 60 dias de lactação.

As alterações na conformação do casco descritas acima são dependentes da dureza e

dos ritmos de crescimento e desgaste dos cascos. O comprimento da muralha diminuiu aos 30 dias pós-parto em decorrência do menor crescimento e maior desgaste da muralha dorsal que ocorreram exatamente nos primeiros 30 dias de lactação.

5.5 INFLUÊNCIA DO PERFÍL MINERAL E METABÓLICO NA CONFORMAÇÃO, DUREZA, CRESCIMENTO E DESGASTE DOS CASCOS ENTRE OS 30 DIAS PRÉ-PARTO E OS 90 DIAS DE LACTAÇÃO

5.5.1 Cálcio

As médias de calcemia dos animais avaliados demonstraram valores baixos aos 5 e 10 dias pós parto (média de 8,30 e 8,36 mg/dL, respectivamente), caracterizando um rebanho com hipocalcemia subclínica, de acordo com Goff (2004). Foi observada alta frequência de animais com hipocalcemia subclínica, com 60% dos animais apresentando concentrações séricas de cálcio abaixo de 8,5 mg/dL aos 5 dias pós-parto e 56,67% aos 10 dias pós-parto. Esses resultados afetaram o ritmo de crescimento da muralha dorsal que foi 35% menor no primeiro mês de lactação em comparação com o mês que antecedeu o parto e na muralha abaxial essa redução no ritmo de crescimento foi de 24,24%.

A influência da calcemia no crescimento do casco e na qualidade do tecido córneo formado foi identificada quando se correlacionou as concentrações de cálcio pós-parto com o crescimento e a dureza. O crescimento da muralha dorsal e a dureza da sola, ambos aos 30 dias de lactação, foram correlacionados positivamente com as concentrações de cálcio observadas no pós-parto, demonstrando que vacas que apresentaram menor calcemia apresentaram menor crescimento da muralha dorsal e menor dureza da sola aos 30 dias de lactação.

As concentrações de cálcio também apresentaram correlação positiva significativa com o comprimento da muralha dorsal aos 30 dias de lactação e correlação negativa significativa com o ângulo do casco aos 90 dias de lactação.

O cálcio é citado na literatura como um dos minerais mais importantes no processo de queratinização, sendo indispensável para a ativação da enzima transglutaminase epidermal, que é importante nas ligações entre as fibras de queratina do envelope celular (Mülling et al., 1999). Em adição, está envolvida na iniciação e regulação da diferenciação final das células epidérmicas. Esta enzima faz a ligação entre as proteínas do envelope celular no lado citoplasmático da muralha celular via ligações glutamílicas para formar uma muralha celular rígida. As células epidérmicas em

diferenciação são muito sensíveis a mudanças nas concentrações plasmáticas de cálcio, sugerindo que os quadros de hipocalcemia peri-parto certamente influenciam a diferenciação das células epidérmicas (Mülling et al., 1999).

Indisponibilidade de cálcio por suprimento vascular inadequado (Nocek, 1997) ou resultante de quadros de hipocalcemia (Goff e Horst, 1997a) resultou em depressão da atividade da transglutaminase epidermal e formação de um tecido córneo de qualidade inferior.

A alta frequência de hipocalcemia encontrada nos animais avaliados contribuiu para a menor taxa de crescimento da muralha dorsal observada no primeiro mês de lactação e na menor dureza da sola observada aos 30 dias de lactação, o que pode ter resultado em um maior desgaste do casco. Esses dois fatores associados explicam o aumento do ângulo do casco após os 60 dias de lactação, diminuição do comprimento da muralha após os 30 dias de lactação, aumento da altura do talão após os 60 dias de lactação.

5.5.2 Fósforo

A concentração sanguínea de fósforo foi relacionado com uma maior fragilidade do tecido córneo formado, sendo identificada correlação positiva significativa entre as concentrações séricas deste mineral no pós-

parto com o desgaste da muralha dorsal aos 60 e 90 dias de lactação. Com isso, animais que apresentaram concentrações elevadas de fósforo no pós-parto, demonstraram um maior desgaste da muralha dorsal após o segundo mês de lactação, demonstrando uma maior fragilidade do tecido córneo formado.

O fósforo como componente isolado, não apresenta efeito antagônico direto à queratogênese, entretanto, suas concentrações séricas podem interferir na calcemia. Concentrações elevadas de fósforo sérico possuem um efeito inibitório direto na enzima renal que converte a 25-hidroxitamina D em 1,25-dihidroxitamina D, que é necessária para a ativação do transporte ativo de cálcio intestinal, resultando em menor absorção de cálcio proveniente da dieta (Goff, 2004).

As concentrações de fósforo sérico dos animais avaliados foram muito elevadas até o momento do parto e mostraram queda somente aos 5 e 10 dias pós-parto, retornando a concentrações semelhantes às pré e ao parto e aos 30, 60 e 90 dias pós parto. O efeito antagônico no pré-parto e parto na absorção intestinal de cálcio, provavelmente, foi um dos fatores o que contribuíram para a elevada frequência de hipocalcemia no pós-parto, prejudicando a formação do casco e tornando-o mais sujeito ao desgaste.

O menor comprimento da muralha observado após os 30 dias de lactação é resultado do maior desgaste que ocorreu após os 60 dias de lactação relacionada à hiperfosfatemia, soma-se a isso o menor crescimento da muralha dorsal e menor dureza da sola observada aos 30 dias de lactação relacionadas também à hipocalcemia.

5.5.3 Magnésio

As concentrações médias de magnésio aos 5 e 10 dias pós-parto foram baixas (1,84 e 1,96 mg/dL, respectivamente) e com elevada frequência de animais com concentrações abaixo de 1,8 mg/dL (50% e 36,67% aos 5 e 10 dias pós-parto, respectivamente).

O magnésio apresentou correlações significativas positivas entre suas concentrações séricas pós-parto com mensurações de comprimento da muralha, comprimento diagonal do casco e com o comprimento da sola aos 60 e 90 dias de lactação. A altura do talão e a largura da sola somente apresentaram correlações significativas positivas com as concentrações de magnésio no pós-parto e aos 90 dias de lactação. O ângulo do casco apresentou correlação significativa negativa aos 90 dias de lactação. Avaliando essas influências de uma forma generalizada, observou-se que as medidas de conformação dos cascos aos 60 e 90 dias de

lactação foram maiores nos animais com concentrações mais elevadas de magnésio no pós-parto com exceção do ângulo do casco que diminuiu.

A explicação para os aumentos das dimensões de conformação dos cascos após os 60 dias de lactação está relacionada com o desgaste da muralha do casco que também foi influenciado pelas concentrações de magnésio no pós-parto. As concentrações de magnésio neste período apresentaram correlação significativa negativa com o desgaste da muralha dorsal e abaxial aos 60 dias de lactação, demonstrando que os animais com concentrações mais elevadas de magnésio no pós-parto apresentaram menor desgaste da muralha nas regiões dorsal e abaxial.

A dureza da pinça foi responsável pelo menor desgaste observado, pois as concentrações de magnésio mais altas no pós-parto também deixaram a pinça mais resistente. A dureza da pinça foi correlacionada positivamente.

A manutenção da concentração normal de magnésio no plasma é totalmente dependente da absorção do magnésio da dieta (NRC, 2001; Goff, 2004). Assim, dietas com baixos teores de magnésio podem diminuir a ingestão de alimento e resultar deficiência deste mineral. Na literatura não há informações que concluem que as concentrações de magnésio

influenciam diretamente a formação do casco, entretanto sabe-se da íntima relação que o magnésio exerce sobre a homeostase do cálcio, que é importante no processo de queratogênese (Mülling et al., 1999).

O paratormônio exerce uma importante função na homeostase do cálcio. Esse hormônio é secretado pela glândula paratireoide quando ocorre uma queda nas concentrações deste mineral. Sua ação no organismo desencadeia vários mecanismos para regular a queda de cálcio nas concentrações sanguíneas. O paratormônio é responsável pela reabsorção óssea de cálcio, pela reabsorção tubular renal e por aumentar o transporte ativo do cálcio através das células epiteliais do intestino para tentar manter as concentrações de cálcio dentro dos parâmetros fisiológicos (Taylor, 2008).

Baixas concentrações de magnésio sérico interferem na produção e secreção do paratormônio (Lean et al., 2006). Baixas concentrações de paratormônio resultantes dos quadros de hipomagnesemia resultam em hipocalcemia intensa, pois haverá menor mobilização óssea, menor reabsorção tubular renal e menor absorção intestinal de cálcio.

A diminuição das concentrações de magnésio também interfere na sensibilidade dos tecidos ao paratormônio. Ao se ligar ao seu receptor nos ossos e no rim, o

paratormônio ativa a adenilciclase, resultando na produção do segundo mensageiro AMP cíclico, que estimulará a mobilização óssea e a reabsorção tubular renal de cálcio. Em outros tecidos, como nas células intestinais, o receptor do paratormônio ativa a fosfolipase C, que acarreta na formação dos segundos mensageiros diacilglicerol e inositol 1,4,5-trifosfato que estimulam a absorção intestinal de cálcio. A adenilciclase e fosfolipase C possuem um sítio de ligação com o íon Mg^{2+} , o qual deve estar ocupado para que haja total resposta ao hormônio (Goff, 2004). Assim, mesmo que as concentrações de paratormônio estejam normais, a mobilização óssea, a reabsorção renal e a absorção intestinal de cálcio não serão efetivas em aumentar a calcemia, pois esse processo é dependente de concentrações adequadas de magnésio.

Pode-se concluir que as alterações de conformação, dureza e desgaste observadas nos cascos que foram influenciadas pelas concentrações de magnésio são na verdade, resultantes da interferência que este mineral tem sobre a homeostase do cálcio.

Os animais avaliados nesse experimento apresentaram concentrações médias de magnésio aos 5 e 10 dias pós-parto baixas (1,84 e 1,96 mg/dL, respectivamente) e elevada frequência de animais com concentrações séricas abaixo de 1,8 mg/dL (50% e 36,67% aos 5 e 10 dias pós-parto,

respectivamente). As baixas concentrações de magnésio estão correlacionados com maiores desgastes da muralha dorsal no primeiro mês de lactação e da muralha abaxial no segundo mês de lactação. Esses achados contribuíram para a diminuição do comprimento da muralha e o aumento do ângulo do casco e da altura do talão observados nos primeiros meses de lactação.

5.5.4 NEFA

As observações dos valores de NEFA sanguíneo não demonstraram aumento significativo após o parto concluindo-se que o balanço energético negativo desses animais foi mínimo ou ausente quando observada a média de todos os animais. A frequência de animais com valores de NEFA superior a 0,4 mmol/L também não diferiu significativamente entre os momentos analisados. Mesmo com poucas alterações do metabolismo energético das vacas avaliadas, foram encontradas correlações significativas entre os valores de NEFA pós-parto e as mensurações avaliadas nos cascos nos três primeiros meses de lactação.

As concentrações plasmáticas de NEFA no pós-parto apresentaram correlações significativas positivas com o comprimento diagonal do casco, com a largura da sola e com o comprimento da sola aos 30 dias de lactação. A dureza da sola aos 60 e 90 dias

de lactação e a dureza da sola-muralha aos 90 dias de lactação apresentaram correlação significativa negativa com os valores de NEFA do pós-parto imediato. Logo, os animais que apresentaram balanço energético negativo mais intenso no pós-parto, mesmo de baixa magnitude, apresentaram sola mais macia após os 60 dias de lactação e menor dureza da sola-muralha após os 90 dias de lactação.

A sola mais macia após os 60 dias de lactação e a sola-muralha aos 90 dias de lactação podem resultar em um maior desgaste do casco com exceção do desgaste da muralha, que não apresentou correlação com os valores de NEFA. O maior desgaste da sola e sola-muralha pode ter contribuído com os aumentos das dimensões de comprimento diagonal do casco, largura da sola e comprimento da sola.

As variações nas concentrações de NEFA são um bom marcador para a variação de ingestão de matéria seca tanto no pré-parto como no pós-parto (Overton, 2011). Bobe (2004) observou que há uma associação entre laminite e fígado gorduroso, quadro em que as concentrações de NEFA estão elevadas. Quadros de acidose rumenal resultam em menor ou variável ingestão de matéria seca no período peri-parto, resultando em maiores valores de NEFA sanguíneo (Mulligan e Doherty, 2008).

A acidose rumenal é identificada como componente chave no desenvolvimento da laminite, particularmente em rebanhos com dietas com grandes quantidades de carboidratos fermentáveis (Nocek, 1997). Na laminite ocorrem alterações hemodinâmicas nos vasos do casco dificultando a oxigenação e nutrição do córium, resultando na formação de um tecido córneo de baixa qualidade mais predisposto ao desgaste, traumatismos e infecções bacterianas (Shearer e Van Amstel, 1997; Nocek, 1997).

Desta forma as alterações das concentrações plasmáticas de NEFA podem, em parte, estar relacionadas à ocorrência de laminite que resulta na maior fragilidade do tecido córneo formado nos primeiros meses de lactação.

As variações do NEFA nos animais avaliados, mesmo que leves, resultaram em menor dureza da sola após 30 dias de lactação sendo que aos 60 e 90 dias a dureza se elevou, mas não retornou aos valores encontrados 30 dias antes do parto.

5.6 INFLUÊNCIA DAS ALTERAÇÕES DE MANEJO E DA BIOMECÂNICA NA CONFORMAÇÃO, DUREZA, CRESCIMENTO E DESGASTE DOS CASCOS ENTRE OS 30 DIAS PRÉ-PARTO E OS 90 DIAS DE LACTAÇÃO

As condições adversas a que os animais foram submetidos após o parto também podem ter interferido na conformação dos cascos. Como a ordenha duas vezes ao dia passou a ser rotina para estes animais, o aumento da distância percorrida diariamente pode ter contribuído para o aumento do desgaste dos cascos observado nos primeiros meses de lactação. Posteriormente, o desgaste excessivo acabou sendo compensado por um estímulo ao crescimento da muralha em resposta às pressões a que o córium é submetido, equilibrando o crescimento e o desgaste (Murphy e Hannan, 1987; Bergsten e Stranberg, 1990; Vermunt, 1996; Somers et al., 2005).

Outro fator que pode ter contribuído para alterações na dureza e no desgaste dos cascos é a umidade das instalações na sala de ordenha e sala de espera, local em que os animais permaneciam por momentos variados. Borderas et al. (2004), observaram que a exposição dos cascos a ambientes muito úmidos demonstraram maior absorção de umidade na primeira hora e o casco tornou-se mais macio nas quatro primeiras horas de exposição à água, porém não é clara se alterações na dureza e teor de água são causa ou consequência de alterações da qualidade dos cascos.

Apesar da descrição acima, a umidade ambiental possivelmente não interferiu nos resultados de avaliação da dureza, pois

todos os animais estavam submetidos às mesmas condições ambientais. Até mesmo as variações pluviométricas durante os meses avaliados não resultaram em influências na dureza dos cascos, pois nos dois meses iniciais do experimento foram registradas as maiores precipitações de chuva (Fevereiro – 96,70 mm e Março – 81,50 mm) e nesses meses foi avaliada a maioria dos animais com 30 dias pré-parto e no momento do parto. Os animais avaliados nesses meses de maior pluviosidade apresentaram maior dureza das diferentes regiões do casco. Já no mês de abril, a precipitação caiu para 38,7 mm e os cascos dos animais avaliados aos 30 dias de lactação se apresentaram mais macios que os meses anteriores mais chuvosos, demonstrando que as alterações metabólicas no peri-parto realmente influenciaram a qualidade dos cascos no primeiro mês de lactação.

Se a umidade fosse a principal causa da menor dureza identificada no primeiro mês, nos meses subsequentes a maciez observada deveria permanecer a mesma ou até diminuída devido ao tempo de exposição, mas observou-se maior rigidez aos 60 e 90 dias de lactação.

Foram observadas algumas alterações que ocorreram somente nas unhas laterais dos membros pélvicos. Entre essas alterações destacam-se o ângulo do casco, que não sofreu alterações, o comprimento diagonal

do casco que diminuiu após o parto, e a largura e o comprimento da sola aumentaram após o parto. Esses resultados podem estar associados às diferenças na distribuição de peso entre as diferentes unhas no animal em locomoção descritas por Toussaint Raven (1989).

No processo de locomoção, a distribuição de peso entre as unhas laterais e mediais dos membros torácicos foi semelhante, o que garante grande flexibilidade e absorção de impacto do peso do animal sobre o casco. No membro pélvico, além deste ser inserido no osso coxal por uma articulação sinovial verdadeira que possibilita pouca absorção de impacto, a distribuição de peso sobre as unhas não é uniforme. Quando o animal coloca o membro pélvico direito no solo ele desloca o eixo de gravidade da região posterior do corpo para o mesmo lado fazendo com que o membro direito suporte 60% do peso enquanto o esquerdo suporta 40%. E destes 60% de peso suportado pelo membro direito a 60% são

suportados pelas unhas laterais e 40% pelas unhas mediais (Toussaint Raven, 1989).

Como as unhas laterais dos membros pélvicos são mais exigidas nesse suporte de peso podemos concluir que as alterações que ocorreram nessas unhas podem ser resultado dessa distribuição desigual de peso entre as unhas dos membros pélvicos.

Outro fator que interfere na quantidade de peso suportada pelos membros pélvicos é o peso do leite presente no úbere entre as ordenhas. Chapinal et al. (2009) avaliaram as diferenças de distribuição de peso entre os diferentes membros comparando as diferenças de distribuição de peso antes e após a ordenha para avaliar o efeito do peso do leite presente no úbere. O úbere repleto de leite antes da ordenha afetou significativamente a distribuição de peso entre membros torácicos e pélvicos e dificultou a locomoção do animal. Identificou-se que 89% do peso do leite do úbere antes da ordenha são suportados pelos membros pélvicos.

5.7 PREVALÊNCIA DE LESÕES PODAIS

A erosão de talão foi uma das lesões mais frequentes encontradas neste experimento sendo observada em todos os animais avaliados em todos os tempos. O que pode ter contribuído para essa elevada prevalência é a falta de higiene nas instalações e o uso incorreto do pedilúvio.

Smilie et al. (1996) encontraram em vacas de primeira lactação confinadas em “free-stall” uma prevalência inferior de 27,1% de animais acometidos. Molina et al. (1999) encontraram valores intermediários de 48,5% em 469 vacas em lactação criadas em confinamento em dez fazendas da bacia leiteira de Belo Horizonte – MG. Mauchle (2001) encontrou em duas fazendas diferentes no período das chuvas e da seca a prevalência de lesões. Na primeira fazenda localizada em Pedro Leopoldo – MG foram encontradas prevalências de 88,25% de erosão de talão na época das chuvas e 62,79% na época das secas. E na segunda fazenda localizada no município de Igarapé – MG, na época das chuvas a prevalência de erosão de talão foi de 25,45% e na época das secas foi de 86,15%. Porém nesta última fazenda os animais eram confinados na época das secas. Ferreira (2003) encontrou valores bem próximos ao deste experimento com prevalência de 93% em animais confinados.

A prevalência de estrias horizontais neste experimento foi elevada, pois foram consideradas desde pequenas estrias a estrias mais proeminentes. Sendo uma seqüela de quadros de laminite, essa alteração demonstra que alterações sistêmicas estão resultando em inflamação das lâminas do córium. Quase todos os animais apresentaram estrias horizontais em seus cascos, sendo a menor prevalência encontrada a de 96,67% nos animais no segundo mês de lactação. Em todos os outros períodos a prevalência foi de 100%.

Ferreira (2003) encontrou 31% de animais afetados com estrias horizontais, sendo considerada essa prevalência muito inferior aos achados neste experimento. Outros levantamentos de prevalência não incluíram essa alteração em seus resultados.

As prevalências de dermatite digital encontradas nesse experimento foram muito elevadas em todos os períodos avaliados, sendo que no pré-parto e parto aproximadamente 60% dos animais apresentavam a lesão. No primeiro mês de lactação houve uma elevação da prevalência para 73,33% com queda moderada nos dois meses subsequentes para 53 e 46% respectivamente. Esses elevados achados podem ser resultado de falta de limpeza das instalações, falta de tratamento dos animais e uso ineficiente do pedilúvio.

Mohamadnia (2008) observou 34,71% de dermatite digital em 10 fazendas com animais em confinamento. Mauchle (2001), na fazenda de Pedro Leopoldo – MG, observou altas prevalências tanto no período das chuvas (54,12%) quanto no período das secas (43,01%). Na fazenda avaliada em Igarapé – MG foram encontradas prevalências de 27,27% de Dermatite digital no período das chuvas contra somente 12,31% no período das secas. Souza (2002) encontrou prevalência de 28,4% em fazendas de criação semi-intensivas e 43,9% em fazendas com criação intensiva, sendo esses resultados semelhantes os 44% encontrados por Ferreira (2003) em sistema de criação intensivo. Entretanto nenhum destes trabalhos atingiu os valores encontrados neste experimento que atingiram o pico de 73,33% de prevalência de dermatite digital aos 30 dias de lactação.

Foram encontradas também elevadas prevalências de dermatite interdigital neste experimento, porém com valores inferiores aos de dermatite digital, mas os fatores predisponentes provavelmente são os mesmos que os citados anteriormente. As prevalências variaram no período avaliado de 36,67% a 53,33% sendo a maior prevalência observada também aos 30 dias de lactação.

Ferreira (2003) encontrou valores inferiores de dermatite interdigital em animais

confinados (26%) com resultados semelhantes aos de Souza (2002) em rebanhos com criação intensiva (24,4%). Mauchle (2001) encontrou variações bem altas entre o período das chuvas e o das secas nas duas fazendas avaliadas. Na fazenda de Pedro Leopoldo – MG no período das chuvas foram obtidas prevalências de 54,12% no período das chuvas e 43,03 no período das secas. Na fazenda de Igarapé – MG foi identificada uma diferença grande entre o período das chuvas (3,64%) e o período das secas (50,77%).

As hemorragias de sola apresentaram uma prevalência baixa 30 dias antes do parto, no momento do parto e no primeiro mês de lactação foi evidenciado um aumento baixo. A ocorrência de hemorragias de sola aumentou mais intensamente no segundo mês de lactação (40%) e no terceiro mês de lactação (60%). Isso evidencia que alterações laminíticas que ocorreram no peri-parto se tornaram visíveis na sola a partir do segundo mês. Winkler e Margerison (2012) e Smilie et al. (1996) também evidenciaram um aumento dos escores de hemorragias de sola 60 dias após o parto.

Mauchle (2001) encontrou maior ocorrência de hemorragias de sola na época das chuvas (70,59%) em relação ao período das secas (27,91%) na fazenda avaliada em Pedro Leopoldo - MG. Na segunda fazenda

avaliada por esta autora, em Igarapé – MG, foram encontrados valores mais uniformes entre o período das chuvas (56,36%) e o período das secas (53,5%). Ferreira (2003) encontrou prevalências superiores de hemorragias de sola em animais confinados (70 %).

As alterações da linha branca foram evidenciadas mais precocemente que as hemorragias de sola, sendo que no parto e primeiro mês de lactação 33,33% dos animais já apresentavam esta doença. Mas o aumento mais significativo ocorreu mesmo aos três meses de lactação com 46,67% dos animais afetados.

Ferreira (2003) encontrou prevalências de doença da linha branca superiores acometendo 73% dos animais avaliados. Mauchle (2001), na fazenda de Pedro Leopoldo, encontrou baixas prevalências de doença da linha branca tanto no período das chuvas (4,71%) como no período das secas

(2,33%). Na fazenda localizada em Igarapé – MG esta autora encontrou maior prevalência de doença de linha branca no período das chuvas (20%) em comparação com o período das secas (4,62%).

Como os animais avaliados nesse experimento eram mestiços de holandês/gir a maioria deles possuía algum grau de casco em tesoura, característica bem evidente em animais da raça gir.

A hiperplasia do tecido interdigital foi encontrada de forma moderada e constante com prevalências variando de 20 a 36% nos animais avaliados sendo os maiores valores encontrados aos 3 meses de lactação.

No período em que o experimento foi realizado só foram identificados um caso de úlcera de sola em cada período (3,33% dos animais examinados), exceto 30 dias antes do parto.

6. CONCLUSÕES

A avaliação da conformação dos cascos entre o último mês de gestação e o terceiro mês de lactação mostrou ser um período em que os cascos sofrem alterações da forma e resistência como:

- Menor crescimento
 - Maior desgaste
 - Menor dureza
- As unhas laterais dos membros pélvicos apresentaram alterações de conformação mais intensas que as demais.
 - As concentrações de NEFA, Cálcio, Fósforo e Magnésio no pós-parto apresentaram correlações significativas com a conformação dos cascos, sua dureza e taxas crescimento e desgaste da muralha.
 - As lesões podais de origem infecciosas apresentaram altas incidências durante todo o período de avaliação dos animais.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEWUYI, A. A.; GRUYS E.; VAN EERDENBURG F. C. M. Non esterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle. A Review. *Veterinary Quartely*, v. 27, p. 117-126, 2005.
- AMETAJ, B. N.; BRADFORD, B. J.; BOBE, G.; et al. Acute phase response indicates inflammatory conditions may play a role in the pathogenesis of fatty liver in dairy cows. *Journal Dairy Science*, v. 85, Suppl. 1, p. 189, 2002.
- ANDERSSON, L. Subclinical ketosis in dairy cows. *Veterinary Clinics North America: Food Animal Practice*, v. 4, p. 233–248, 1988.
- BAGGOTT, D. G.; RUSSELL, A. M. Lameness in cattle. *British veterinary Journal*, v. 137, p. 113-132, 1981.
- BAGGOTT, D. G.; BUNCH, K. J.; GILL, K. R. Variations in some inorganic components and physical properties of claw keratin associated with claw disease in the british friesland cow. *British Veterinary Journal*, v. 144, n. 6, p. 534-542, 1988.
- BARKER, Z.; BELL, A.; MAGGS, C.; et al. Assessment of Lameness Prevalence and Associated Risk Factors on 227 Dairy Herds in England and Wales. In: INTERNATIONAL LAMENESS IN RUMINANTS SYMPOSIUM, 15, Kuopio: Finland. *Proceedings of the 15th International Lameness in Ruminants Symposium*, Kuopio, Finland: 2008. p. 165-168.
- BELL, A. W.; SLEPETIS, R.; EHRHARDT, R. A. Growth and accretion of energy and protein in the gravid uterus during late pregnancy in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v. 78, p. 1954, 1995.
- BERRY, S.L. Diseases of the digital soft tissues. *The Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*, v. 17, n. 1, p. 111-128, 2001.
- BERGSTEN, C.; STRANBERG P. The way to healthy hooves. Update in cattle lameness. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DISEASES OF THE RUMINANT DIGIT, Liverpool:UK. *Proceedings of the 6th International Symposium on Diseases of the Ruminant Digit*, Liverpool, UK: 1990. p. 259–261.
- BOBE, G.; YOUNG, J. W.; BEITZ, D. C. Invited review: Pathology, etiology, prevention and treatment of fatty liver in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 87, p. 3105-3124, 2004.
- BOOTH, C. J.; WARNICK, L. D.; GRÖHN, Y. T.; et al. Effect of lameness on culling in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 87, p. 4115–4122, 2004.

- BORDERAS, T. F.; PAWLUCZUK, B.; PASSILLÉ, A. M.de; RUSHEN, J. Claw hardness of dairy cows: relationship to water content and claw lesions. *Journal of Dairy Science*, v. 87, p. 2085-2093, 2004.
- BRADFORD, B. J.; FARNEY J. K. Influence of inflammation on metabolism in transition cows. In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, Tempe: Arizona. *Proceedings of the southwest nutrition and management conference*. Tempe, Arizona: 2010, p. 65–76.
- BRONNER, F. Intestinal calcium absorption: Mechanisms and applications. *Journal of Nutrition*, v. 117, p. 1347-1352, 1987.
- CAMERON, R. E. B.; DYK P. B.; HERDT T. H.; et al. Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 132–139, 1998.
- CAPION, N.; THAMSBORG, S. M.; ENEVOLDSEN, C. Conformation of hind legs and lameness in danish holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, v. 91, p. 2089–2097, 2008.
- CASAGRANDE, F. P. *Conformação dos cascos e das pernas de fêmeas bovinas holandesas em diferentes idades e prevalência de lesões*. 2010. 95f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- CHAPINAL, N.; PASSILLÉ, A. M.; RUSHEN, J. Weight distribution and gait in dairy cattle are affected by milking and late pregnancy. *Journal of Dairy Science*, v.92, p.581-588, 2009.
- CHESTERTON, R. N.; PFEIFFER, D. U.; MORRIS, R. S.; TANNER, C. M. Environmental and behavioural factors affecting the prevalence of foot lameness. *New Zealand Veterinary Journal*, v. 37, p. 135-142, 1989.
- CHOQUETTE-LÉVY, L.; BARIL, J.; LÉVY, M. A study of foot disease of dairy cattle in Quebec. *Canadian Veterinary Journal*, v. 26, n. 9, p. 278-281, 1985.
- CLARK, A. K.; RAKES, A. H. Effect of methionine hydroxy analog supplementation on dairy cattle hoof growth and composition. *Journal of Dairy Science*, v.65, p.1493-1502, 1982.
- CLARKSON, M. J; DOWNHAM, D. Y; FAULL, W. B.; et al. Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. *Veterinary Record*, v. 138, n. 23, p. 563-567, 1996.

- COUSINS, R. J. Zinc. In: ZIEGLER, E. E. *Present knowledge in nutrition*. 7. ed. Washington: ILSI Press, 1996. p. 293–306.
- COWIE, A. T.; FORSYTH, I. A.; HART, I. C. *Hormonal control of lactation*. (Monographs on endocrinology), v. 5, Springer-Verlag: Berlin, New York, NY. 1980.
- CURTIS, C. R.; ERB, H. N.; SNIFFEN, C. J.; et al. Association of parturient hypocalcemia with eight periparturient disorders in Holstein cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 183, p.183-559, 1983.
- DeGARIS, P. J.; LEAN I. J. Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. *The Veterinary Journal*, v. 176, p. 58–69, 2008.
- DeLUCA, H.F. The vitamin D system in the regulation of calcium and phosphorus metabolism. *Nutrition Review*, v.37, p.161-193, 1979.
- DIETZ, O.; PRIETZ, G. Quality and status of cattle hoof horn. *Monatshefte für Veterinärmedizin*, v.36, p. 419-422, 1981.
- DIETZ, O.; NAUMANN, J.; PRIETZ, G. Inorganic composition and physical properties of bovine digital horn. *Proceedings of the Vth International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit*, Dublin, p. 24-31, 1986.
- DISTL, O.; KOORN, D. S.; McDANIEL, B. T.; et al. Claw traits in cattle breeding programs: report of the e.a.a.p. working group “claw quality” in cattle. *Livestock Production Science*, v. 25, p.1-13, 1990.
- DOHOO, I. R.; MARTIN S. W. Subclinical ketosis: Prevalence and associations with production and disease. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, v. 48, p. 1–5, 1984.
- DRACKLEY, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier. *Journal of Dairy Science*, v. 82, p. 2259-2273, 1999.
- DRACKLEY, J. K.; OVERTON T. R.; DOUGLAS G. N. Adaptations of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. *Journal of Dairy Science*, v. 84, E. Sup- pl., p. E100–E112, 2001.
- DRACKLEY, J. K.; DANN, H. M.; DOUGLAS, G. N.; et al. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. *Italian Journal of Animal Science*, v. 4, p. 323-344, 2005.
- DUFFIELD, T. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. *Veterinary Clinical of*

North America: Food and Animal Practice, v. 16, p. 231-253, 2000.

DUFFIELD, T. F.; LISSEMORE K. D.; MCBRIDE B. W.; et al. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *Journal of Dairy Science*, v. 92, p. 571–580, 2009.

EKFALCK, A. Amino acids in different layers of the matrix of the normal equine hoof. Possible importance of the amino acid pattern for research on laminitis. *Journal of Veterinary Medicine A*, v. 37, p. 1–8, 1990.

EKFALCK, A., FUNKQUIST, B.; JONES, B.; et al. Distribution of labeled cystine and methionine in the matrix of the stratum medium of the wall and in the laminar layer of the equine hoof. *Journal of Veterinary Medicine A*, v.37, p.481–491, 1990.

ELIAS, P. M. Lipids and the epidermal permeability barrier. *Archives of Dermatological Research*, v. 270, p. 95–117, 1981.

ESPEJO, L. A.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A. Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, v. 89, p. 3052–3058, 2006.

FERREIRA, P. M. *Enfermidades podais em rebanho leiteiro confinado*. 2003. 79f. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária,

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FJELDAAS, T.; SOGSTAD, Å. M.; ØSTERÅS, O. Claw trimming routines in Norwegian dairy herds housed in tie stalls and free stalls in relation to claw lesions, claw shape and lameness. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 73, p. 255-227, 2006.

FRASER, R. D. B.; MACRAE, T. P. Molecular structure and mechanical properties of keratins. In: VINCENT, J. F.; CURREY, E. D. *The mechanical properties of biological materials*. Cambridge University Press: Cambridge, UK, 1980, p. 211–246.

FRASER, R. D. B.; MACRAE, T. P.; ROGERS, G. E. *Keratins, their composition, structure and biosynthesis*. Ed I. N. Kugelmass, n. 845, American Lecture Series. Springfield, Charles C. Thomas, 1972.

GIBBS, J.; LAPORTE, J. Risk Factors and Incidence of Dairy Lameness in Large Herds of the South Island of New Zealand. In: INTERNATIONAL LAMENESS IN RUMINANTS SYMPOSIUM, 15, 2008, Kuopio, Finland. *Proceedings of the 15th International Lameness in Ruminants Symposium*, Kuopio: Finland, 2008, p. 169-171.

- GILLESPIE, J. M. The high sulphur proteins of α -keratins: their relation to fibre structure and properties. *Journal of Polymer Science*, v. 20, p.201-214, 1967.
- GITAU, T; MBIUKI, S.M; MCDERMONT, J.J. Assessment of bovine hoof conformation and its association with lameness, animal factors and management practices on small-scale dairy farms in Kiambu district, Kenya. *Journal of Veterinary Research*, v. 64, n. 2, p.135-140, 1997.
- GOFF, J. P.; HORST, R. L. Effects of the addition of potassium or sodium, but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 80, n. 1, p. 176-186, 1997a.
- GOFF, J. P.; HORST, R. L. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.1260–1268, 1997b.
- GOFF, J. P. Macromineral disorders of the transition cow. *The Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*, v. 20, n. 3, p. 471-494, 2004.
- GOFF, J. P. Macromineral physiology and application to the feeding of the dairy cow for prevention of milk fever and other periparturient mineral disorders. *Animal Feed Science and Technology*, v. 126, p. 237–257, 2006.
- GOFF, J. P. Phosphorus deficiency. In: HOWARD, J. L.; SMITH, R. A. *Current Veterinary Therapy 4: Food Animal Practice*. 4. ed. Philadelphia: WB Saunders, 1998. p.218.
- GOFF, J. P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows . *The Veterinary Journal*, v.176, p.50–57, 2008.
- GOFF, J. P. Pathophysiology of calcium and phosphorus disorders. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.16, p. 319– 337, 2000.
- GOFF, J. P.; REINHARDT, T. A.; HORST, R. L. Recurring hypocalcemia of bovine parturient paresis is associated with failure to produce 1,25-dihydroxyvitamin D. *Endocrinology*, v. 125, p.49-53, 1989.
- GREEN, L. E.; HEDGES, V. J.; SCHUKKEN, Y. H.; et al. The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 2250–2256, 2002.
- GREENOUGH, P. R. *Bovine laminitis and lameness: A Hands on Approach*. 1. ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2007. 328p.
- GREENOUGH, P. R.; WEAVER, A. D. *Lameness in cattle*. 3. ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1997. 336 p.

- GREENOUGH, P. R. In: J. B. OWENS; AXFORD, R. F. E. *Breeding for Disease Resistance in Farm Animals*. CAB International:Wallingford, UK, 1991, p. 371–393.
- GRUM, D. E.; DRACKLEY J. K.; YOUNKER R. S.; et al. Nutrition during the dry period and hepatic lipid metabolism of periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 79, p. 1850-1864, 1996.
- GRUM, D. E.; DRACKLEY, J. K.; CLARK J. H. Fatty acid metabolism in liver of dairy cows fed supplemental fat and nicotinic acid during an entire lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 3026–3034, 2002.
- GRUMMER, R. R. Impact of changes organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Dairy Science*, v. 73, p. 2820-2833, 1995.
- GRUMMER, R. R. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 76, p. 3882–3896, 1993.
- HAHN, M. V.; MCDANIEL, B. T.; WILK, J. C. Rates of hoof growth and wear in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 69, p. 2148-2156, 1986.
- HAYILI, A.; GRUMMER, R. R. Factors affecting dry matter intake prepartum in relationship to etiology of peripartum lipid-related metabolic disorders: A review. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 84, n. 3, p. 337-347, 2004.
- HENDRY, K. A. K.; MACCALLUM, A. J.; KNIGHT, C. H.; WILDE, C. J. Effect of endocrine and paracrine factors on protein synthesis and cell proliferation in bovine hoof tissue culture. *Journal of Dairy Science*, v. 66, p. 23–33, 1999.
- HENDRY, K. A. K.; MACCALLUM, A. J.; KNIGHT, C. H.; WILDE, C. J. Laminitis in the dairy cow: A cell biological approach. *Journal of Dairy Science*, v. 64, p. 475–486, 1997.
- HERDT, T. H. Ruminant adaptation to negative energy balance: Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *The Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*, v. 16, p. 215–230, 2000.
- HERNANDEZ, J.; SHEARER, J. K.; WEBB, D. W. Effect of papillomatous digital dermatitis and other lameness disorders on reproductive performance in a Florida herd. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DISORDERS OF THE RUMINANT DIGIT, Parma: Itália. *Proceedings of 11th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit*, 2000. p.353–357.

- HOBLET, K.H.; WEISS, W.W. Metabolic hoof horn disease: claw horn disruption. *Veterinary Clinical of North America: Food and Animal Practice*, v. 17, n. 1, p. 111-128, 2001.
- HORST, R. L.; GOFF, J. P.; REINHARDT, T. A.; et al. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 1269–1280, 1996.
- HORST, R. L. Regulation of calcium and phosphorus homeostasis in dairy cow. *Journal of Dairy Science*, v. 69, p. 604-616, 1986.
- HUANG, Y. C.; SHANKS, R. D. Within herd estimates of heritabilities for six hoof characteristics and impact of dispersion of discrete severity scores on estimates. *Livestock Production Science*, v. 44, p. 107-114, 1995.
- INGVARTSEN, K. L. Feeding and management related diseases in the transition cow: Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding related diseases. *Animal Feed Science and Technology*, v. 126, p. 175–213, 2006.
- INGVARTSEN, K. L.; DEWHURST, R. J.; FRIGGENS, N. C. On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livestock Production Science*, v. 83, n. 2-3, p. 277–308, 2003.
- KATOH, N. Relevance of apolipoproteins in the development of fatty liver and fatty liver-related peripartum diseases in dairy cows. *Journal of Veterinary Medical Science*, v. 64, p. 293–307, 2002.
- KATSOULOS, P. D.; CHRISTODOULOPOULOS, G. Prevalence of lameness and of associated claw disorders in Greek dairy cattle industry. *Livestock Science*, v. 122, p. 354–358, 2009.
- KEHRLI, M. E. Jr.; GOFF, J. P. Periparturient hypocalcemia in cows: effects on peripheral blood neutrophil and lymphocyte function. *Journal of Dairy Science*, v. 72, p. 1188-1196, 1989.
- KEMPSON, S. A.; LOGUE, D. N. Ultrastructural observations of hoof horn from dairy cows: changes in the white line during the first lactation. *Veterinary Record*, v. 132, p. 524-527, 1993.
- KIMURA, K.; GOFF, J. P.; KEHRLI, M. E. Jr. Effects of presence of the mammary gland on expression of neutrophil adhesion molecules and myeloperoxidase activity in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 82, p. 2385-2392, 1999.
- KIMURA, K.; REINHARDT, T. A.; GOFF, J. P. Parturition and hypocalcemia

blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 89, p. 2588-2595, 2006.

LEACH, D. H. Studies on horse hoof. *PhD Thesis*, University of Saskatchewan, Saskatoon, 1982.

LEACH, K. A.; LOGUE, D. N.; RANDALL, J. M. et al. Claw lesions in dairy cattle: Methods for assessment of sole and white line lesions. *The Veterinary Journal*, v. 155, p. 91–102, 1998.

LEAN, I. J.; DeGARIS, P. J.; McNEIL, D. M.; et al. Hypocalcemia in dairy cows: meta analysis and dietary cation anion difference theory revisited. *Journal of Dairy Science*, n. 89, p. 669–684, 2006.

LeBLANC, S. Health in the transition period and reproductive performance. *WCDS Advances in Dairy Technology*, v. 22, p. 97-110, 2010.

Le BLANC, S. J.; LISSEMORE, K. D.; KELTON, D. F.; et al. Major advances in disease prevention in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 89, p. 1267–1279, 2005.

LEONHARD-MAREK, S.; MAREK, S.; MARTENS, H. In: LASERRE, B.; DURLACH, J. (Eds.) *Magnesium: a Relevant Ion*. John Libbey: London, p.139-143, 1991.

LI, P.; LI, X. B.; FU, S. X.; et al. Alterations of fatty acid β -oxidation capability in the liver of ketotic cows. *Journal of Dairy Science*, v. 95, p. 1759-1766, 2012.

LITTLEDIKE, E. T.; GOFF, J. Interactions of calcium, phosphorus, magnesium and Vitamin D that influence their status in domestic meat animals. *Journal of Dairy Science*, v. 65, p. 1727-1743, 1987.

LIVESEY, C. T.; LAVEN, R. A. Effects of housing an intake of methionine on the growth and wear of hoof horn and the conformation of the hooves of first-lactation Holstein heifers. *Veterinary Record*, 2007.

LIVESEY, C. T.; HARRINGTON, T.; JOHNSTON, A. M.; et al. The effect of diet and housing on the development of sole haemorrhages, white line haemorrhages and heel erosions in Holstein heifers. *Animal Science*, v. 67, p. 9-16, 1998.

MACCALLUM, A.J.; KNIGHT, C.H.; HENDRY, A.K.; WILDE, C.J.; LOGUE, D.N.; OFFER, J.E. Effects of time of year and reproductive state on the proliferation and keratinisation of bovine claw cells. *Veterinary Record*, v. 151, p. 285-289, 2002.

MANSON, F. J.; LEAVER, J. D. The influence of concentrate amount on

- locomotion and clinical lameness in dairy cattle. *Animals Production Science*, v. 47, p. 185, 1988a.
- MANSON, F. J.; LEAVER, J. D. The influence of dietary protein intake and of hoof trimming on lameness in dairy cattle. *Animals Production Science*, v. 47, p. 191, 1988b.
- MARQUARDT, J. P.; HORST, R. L.; JORGENSEN, N. A. Effect of parity on dry matter intake at parturition in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 60, p. 929, 1977.
- MARTENS, H.; SCHWEIGEL, M. Pathophysiology of grass tetany and other hypomagnesemias. *The Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*, v. 16, n. 2, p. 339-368, 2000.
- MARTINEZ, N.; RISCO, C. A.; LIMA, F. S.; et al. Evaluation of peripartal calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. *Journal of Dairy Science*, v. 95, p. 1–15, 2012.
- MAUCHLE, U. *Afecções podais e conformação dos cascos em bovinos*. 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- MELLENDEZ, P.; GOFF J. P.; RISCO C. A.; et al. Incidence of subclinical ketosis in cows supplemented with a monensin controlled-release capsule in Holstein cattle. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 73, p. 33–42, 2006.
- MOHAMADNIA, A. Occurrence of Claw Diseases in Dairy Cattle in Iran. In: INTERNATIONAL LAMENESS IN RUMINANTS SYMPOSIUM, 15, Kuopio: Finland. *Proceedings of the 15th International Lameness in Ruminants Symposium*, Kuopio, Finland: 2008. p. 363-365.
- MOLINA, L. R.; CARVALHO, A. U; FACURY FILHO, E. J; et al. Prevalência e classificação das afecções podais em vacas lactantes na bacia leiteira de Belo Horizonte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootenia*, v. 51, n. 2, p. 149-152, 1999.
- MOREIRA, T.F. *Perfil metabólico de vacas leiteiras no período de transição em sistema semi-intensivo em minas gerais no verão e no inverno*. 2013. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- MÜLLING, C.; BRAGULLA, H.; REESE, S.; et al. How structures in bovine hoof epidermis are influenced by nutritional factors. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, v. 28, p. 103–108, 1999.

MÜLLING, C. The use of nutritional factors in prevention of claw diseases-biotin as an example for nutritional influences on formation and quality of hoof horn. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DISORDERS OF THE RUMINANT DIGIT, Parma: Italia. *Proceedings of 11th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit*, 2000. p. 78–80.

MÜLLING, C.; LISCHER, C. J. New aspects of etiology and pathogenesis of laminitis in cattle. Recent Advances in Bovine Medicine. *World Bariatrics Conference*, Hannover, Germany, p. 2-13, 2002.

MULLIGAN, F. J.; O'GRADY, L.; RICE, D. A.; et al. A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. *Animal Reproduction Science*, v. 96, p. 331–353, 2006.

MULLIGAN, F.J.; DOHERTY, M.L. Production diseases of the transition cow. *The Veterinary Journal*, v. 176, p. 3–9, 2008.

MURPHY, P. A.; HANNAN, J. Effects of slatted flooring on claw shape in intensively housed fattening beef cattle. *Bovine Practice*, v. 22, p. 133-135, 1987.

MURPHY, P. A.; HANNAN, J. Effects of slatted flooring on claw shape in intensively housed fattening beef cattle. In:

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DISORDERS OF THE RUMINANT DIGIT, Dublin. *Proceedings of the Vth International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit*, 1986. p. 2-7.

NAUMANN, J. Untersuchungen zur hornqualität bei rind und pferd unter besonderer berücksichtigung der anorganischen zusammenstellung. 1984. (Dissertation) Humboldt- Universität, Berlin.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7. ed. National Academy Press: Washington, 2001.

NOCEK, E. N. Bovine acidosis: implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 1005-1028, 1997.

O'DELL, B. L. Copper. In: BROWN, M. L. (Ed.) *Present Knowledge in Nutrition*. 6. ed. ILSI Press: Washington, 1990. p. 261–267.

OFFER, J. E.; MCNULTY, D. N.; LOGUE, D. N. Observations of lameness, claw conformation and development of lesions in dairy cattle over four lactations. *Veterinary Record*, v. 147, p.105–109, 2000.

OETZEL, G. R. Parturient paresis and hypocalcemia in ruminant livestock. *The Veterinary Clinics of North America-Food*

- Animal Practice*, v. 4, n. 2, p. 351-364, 1988.
- OSPINA, P. A.; NYDAM D. V.; STOKOL T.; et al. Evaluation of nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeast United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *Journal of Dairy Science*, v. 93, p. 546–554, 2010a.
- OSPINA, P. A.; NYDAM, D. V.; STOKOL T.; et al. Associations of elevated nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in the northeastern United States. *Journal of Dairy Science*, v. 93, p. 3596–3603, 2010b.
- OLLHOFF, R. D.; ORTOLANI, E. L. Comparação do crescimento e do desgaste do casco em bovinos taurinos e zebuínos. *Ciência Rural* v. 31, n. 1, p. 67-71, 2001.
- OVERTON, T. R. Feeding for improving energy balance. In: TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, Fort Wayne: Indiana. *Proceedings*. 2011.
- OVERTON, T. R.; WALDRON, M. R. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. *Journal of Dairy Science*, v. 87, (E. Suppl.), p. E105–E119, 2004.
- PLAUT, K. Role of epidermal growth factor and transforming growth factors in mammary development and lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 76, p. 1526–1538, 1993.
- RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; HINCHCLIFF, K. W.; et al. *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 10. ed., Philadelphia: Elsevier, 2007, 2156p.
- REINHARDT, T. A.; HORST, R. L.; GOFF, J. P. Calcium, phosphorus and magnesium homeostasis in ruminants. *The Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*, v. 4, n. 2, p. 331-350, 1988.
- REINHARDT, T. A.; LIPPOLIS, J. D.; MACCLUSKEY, B. J; et al. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *The Veterinary Journal*, v. 188, p. 122–124, 2011.
- RIBEIRO, J. C. V. C. *Conformação e prevalência de lesões podais em vacas leiteiras F1 holandês-zebu*. 2005. 44 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- RIBEIRO, P. N.; BORGES, J. R. J.; RONCONI, M. A.; et al. Incidência de afecções podais em bovinos de corte abatidos no Estado do Rio de Janeiro.

Arquivo da Escola de Medicina Veterinária-UFBA, v. 15, p. 28- 33, 1992.

ROCHE, J. R.; FRIGGENS, N. C.; KAY, J. K. Berry. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, v. 92, p. 5769–5801, 2009.

RUSSEL, A. M; ROWLANDS, G. J; SHAW, S. R.; WEAVER, A. D. Survey of lameness in British dairy cattle. *Veterinary Record*, v. 111, n. 7, p.155-160, 1982.

SAMPAIO, I.B.M. Estatística Aplicada à experimentação animal. 3. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2007. 264p.

SHEARER, J. K. Lameness of dairy cattle: consequences and causes. *The Bovine Practitioner*, n. 32, n.1, p. 79-85, 1998.

SHEARER, J. K.; VAN AMSTEL, S. R.; MELENDEZ, P. *Manual para el Programa de Recortador de Pezuñas*, Cojeras em el Ganado Lechero, marzo 4-6, 1999.

SHEARER, J. K.; VAN AMSTEL, S. R. *Manual for Treatment and Control of Lameness in Cattle*. 1 ed. Iowa, USA: Blackwell Publishing Professional. 2006. 212p.

SHEARER, J. K.; VAN AMSTEL, S. R. *Manual for the master hoof care technician program*. [s.n], 1997. 34 p.

SILVA, L. A. F.; FIORAVANTI, M. C. S.; TRINDADE, B. R.; et al. Enfermidades digitais em vacas de aptidão leiteira: associação com mastite clínica, metrites e aspectos epidemiológicos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 24, n. 4, p. 217-222, 2004.

SMART, M.; CYMBALUK; N. F. Role of nutritional supplements in bovine lameness in lameness in cattle. In: GREENOUGH, P. R.; WEAVER, A. D. (Eds.) *Lameness in Cattle*. 3. ed. WB Saunders:Philadelphia, 1997.

SMILIE, R. H.; HOBLET, K. H.; WEISS, W. P.; et al. Prevalence of lesions associated with subclinical laminitis in first-lactation cows from herds with high milk production. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 208, n. 9, p. 1445–1451, 1996.

SMIT, H.; VERBEEK, B.; PETERSE, D. J. et al. The effect of herd characteristics on claw disorders and claw measurements in Friesians. *Livestock Production Science*, v. 15, p. 1-9, 1986.

SMITS, M. C. J.; FRANKENA, K.; METZ, J. H. M.; et al. Prevalence of digital disorders in zero-grazing dairy cows. *Livestock Production Science*, v. 32, p. 231–244, 1992.

- SCHNEIDER, P. *Einfluß des vaters auf gliedmassenstellung und klauenformen sowie abriebfestigkeit und wassergehalt des klauenhorns der nachkommen*. 1980. (Dissertation) Ludwig-Maximilians-Universität, München.
- SOCHA, M. T.; TOMLINSON, D. J.; WARD T. L. *Management and Nutrition of Dry Cows*. In: TENNESSEE NUTRITION CONFERENCE, 2006, Tennessee.
- SOGSTAD, Å.M.; FJELDAAS, T.; ØSTERÅS, O.; PLYM FORSHELL, K. Prevalence of claw lesions in Norwegian dairy cattle housed in tie stalls and free stalls. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 70, p.191–209, 2005.
- SOGSTAD, Å.M.; ØSTERÅS, O.; FJELDAAS, T.; et al. Bovine claw and limb disorders related to reproductive performance and production diseases. *Journal of Dairy Science*, v. 89, p. 2519–2528, 2006.
- SOGSTAD, A. M.; ØSTERAS, O.; FJELDAAS, T.; et al. Bovine claw and limb disorders related to culling and carcass characteristics. *Livestock Science*, v. 106, p. 87–95, 2007.
- SOMERS, J.G.C.J.; SCHOUTEN, W.G.P.; FRANKENA, K.; et al. Development of claw traits and claw lesions in dairy cows kept on different floor systems. *Journal of Dairy Science*, v. 88, p. 110–120, 2005.
- SOUZA, J. A. Jr.; MOREIRA, T. F.; LASMAR, P. V. F.; et al. Efeito da adição de monensina ou propilenoglicol na dieta de vacas leiteiras no periparto sobre concentrações séricas de minerais. In: Congresso Brasileiro de Buiatria, 9. *Anais*. 2011.
- SOUZA, R. C. *Perfil epidemiológico e clínico das afecções podais em vacas nas bacias leiteiras de Belo Horizonte e Pedro Leopoldo*. 2002. 57f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- SOUZA, R. C.; FERREIRA, P. M.; MOLINA, L. R.; et al. Perdas econômicas ocasionadas pelas enfermidades podais em vacas leiteiras confinadas em sistema *free stall*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 58, n. 6, p. 982-987, 2006.
- SOUZA, R. M.; GARCIA, N. A. C. R.; BIRGEL, D. B.; et al. Influência do puerpério e da fase pós-puerperal na função hepática de vacas da raça Holandesa criadas no Estado de São Paulo. *Ciência Animal Brasileira*, v. 9, n. 1, p. 140-147, 2008.

- STIPANUK, M. H. *Biochemical and Physiological Aspects of Human Nutrition*. WB Saunders: Pennsylvania, 2000.
- TARLTON, J. F.; HOLAH, D. E.; EVANS, K. M. et al. Biomechanical and histopathological changes in the support structures of bovine hooves around the time of first calving. *The Veterinary Journal*, v.163, p.196–204, 2002.
- TOMLINSON, D. J.; MÜLLING, C. H.; FAKLER, T. M. Invited Review: Formation of keratins in the bovine claw: Roles of hormones, minerals, and vitamins in functional claw integrity. *Journal of Dairy Science*, v. 87, p. 797-809, 2004.
- TOUSSAINT RAVEN, E. *Cattle Footcare and Claw Trimming*. Farming Press: Ipswich, 1989.
- TRANTER, W. T.; MORRIS, R. S. Hoof growth and wear in pasture-fed dairy cattle. *New Zealand Veterinary Journal*, v. 40, p. 89-96, 1992.
- TAYLOR, M. S.; KNOWTON, K. F.; MCGILLIARD, M. L.; et al. Blood mineral, hormone, and osteocalcin responses of multiparous jersey cows to an oral dose of 25-hydroxyvitamin D3 or vitamin D3 before parturition. *Journal of Dairy Science*, n. 91, p. 2408–2416, 2008.
- VAN MOSEL, M.; VAN'T KLOOSTER, A. T. H.; WOUTERSE, H. S. Effects of a deficient magnesium supply during the dry period on bone turnover of dairy cows at parturition. *The Veterinary Quarterly*, v. 13, n. 4, p. 199-205, 1991.
- VAZQUEZ-ANON, M.; BERTICS, S. J.; LUCK, M. et al. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites. *Journal Dairy Science*, v.77, p.1521-1528, 1994.
- VERMUNT, J.J. *Lesions and structural characteristics of the claws of dairy heifers in two management systems*. 1990. Dissertação (Mestrado)-University of Saskatchewan, Saskatoon.
- VERMUNT, J. J.; GREENOUGH, P. R. Predisposing factors of lameness in cattle. *British Veterinary Journal*, v. 150, p. 151–164, 1994.
- VERMUNT, J.J; GREENOUGH, P.R. Structural characteristics of the bovine claw: horn growth an wear, horn hardness and claw conformation. *British Veterinary Journal*, v.151, n.2, p.157-180, 1995.
- VERMUNT, J. J.; GREENOUGH, P. R. Claw conformation of dairy heifers in two management systems. *British veterinary Journal*, v. 152, p. 321-331, 1996.

WHAY, H. R.; MAIN, D.C.; GREEN, L.E.; et al. Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: Direct observations and investigation of farm records. *Veterinary Record*, v. 153, p. 197–202, 2003.

WEBSTER, A. J. F. Effects of housing and two forage diets on the development of claw horn lesions in dairy cows at first calving and first lactation. *The Veterinary Journal*, v.162, p.56–65, 2001.

WHITAKER, D. A. Metabolic profiles, In: ANDREWS A. H.; BLOWEY, R. W.;

BOYD, H.; EDDY, R. G. (Eds). *Bovine Medicine: Diseases and Husbandry of Cattle*. 2. ed. Oxford: Wiley- Blackwell, 2004. p. 804-817.

WILSON, G. D. A.; HUNTER, J. T.; DERRICK, G. H. et al. Fetal and maternal mineral concentrations in dairy cattle during late pregnancy. *Journal of Dairy Science*, v. 60, n. 6, p. 935-941, 1977.

WINKLER, B.; MARGERISON, J. K. Mechanical properties of the bovine claw horn during lactation. *Journal of Dairy Science*, v.95, p.1714–1728, 2012.