

ALONSO PEREIRA SILVA FILHO

**EFEITO DA SAZONALIDADE SOBRE O PERFIL METABÓLICO DE
VACAS GIROLANDAS DURANTE O PRÉ E PÓS PARTO**

RECIFE

2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA**

ALONSO PEREIRA SILVA FILHO

**EFEITO DA SAZONALIDADE SOBRE O PERFIL METABÓLICO DE
VACAS GIROLANDAS DURANTE O PRÉ E PÓS PARTO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência Veterinária.

Orientador:

Dr. José Augusto Bastos Afonso da Silva

RECIFE

2016

Ficha catalográfica

S586e Silva Filho, Alonso Pereira
Efeito da sazonalidade sobre o perfil metabólico de vacas
Girolandas durante o pré e pós parto / Alonso Pereira Silva
Filho. – Recife, 2016.
97 f. : il.

Orientador: José Augusto Bastos Afonso da Silva.
Tese (Doutorado em Ciência Veterinária) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Medicina
Veterinária, Recife, 2016.
Inclui anexo(s) e referências.

1. Bovino de leite 2. Lactação 3. Bovino – Doenças
4. Girolanda (Bovino) 5. Gestação I. Silva, José Augusto Bastos
Afonso da, orientador II. Título

CDD 636.089



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA**

**EFEITO DA SAZONALIDADE SOBRE O PERFIL METABÓLICO DE
VACAS GIROLANDAS DURANTE O PRÉ E PÓS PARTO**

Tese de Doutorado elaborada por

ALONSO PEREIRA SILVA FILHO

Aprovada em//

BANCA EXAMINADORA

Dr. José Augusto Bastos Afonso da Silva
Orientador – Clínica de Bovinos/Campus Garanhuns da UFRPE

Dra. Carla Lopes de Mendonça
Clínica de Bovinos/Campus Garanhuns da UFRPE

Dr. Nivaldo de Azevedo Costa
Clínica de Bovinos/Campus Garanhuns da UFRPE

Prof. Dr. Pierre Castro Soares
Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE

Dr. Saulo de Tarso Gusmão da Silva
Medicina Veterinária

*Dedico esse trabalho de tese ao meu Pai Alonso Almeida Silva
(in memoriam), a minha mãe Ana Júlia Pereira, aos meus
irmãos Lílian e Wiliam e a minha noiva Marcela, fonte de amor
e inspiração e que estiveram sempre ao meu lado.*

AGRADECIMENTOS

Sobretudo a Deus pelas graças concedidas em minha vida;
Aos meus pais Alonso (in memoriam) e Ana Júlia pelo amor e confiança;
Aos meus irmãos Lílian e William pela parceria e cumplicidade;
À minha noiva Marcela pelo apoio incondicional e por tornar a minha vida mais FELIZ;
Aos meus tios Ademário e Gizelda que me apoiaram nos momentos difíceis;
Ao meu Orientador Dr. José Augusto pela amizade, companheirismo, paciência e todo conhecimento transmitido;
À minha Coorientadora Dr^a. Carla Mendonça pela amizade, ensinamentos e imensurável ajuda na análise das amostras;
À Clínica de Bovinos de Garanhuns (UFRPE) que me proporcionou a oportunidade de aprofundar meus conhecimentos, utilizando suas estruturas físicas e recebendo o apoio do corpo técnico, funcionários, residentes e estagiários que ao longo do experimento colaboraram diretamente com a realização deste trabalho;
Aos Técnicos e amigos da CBG Dr. Nivaldo Azevêdo, Dr. Luiz Teles, Dr. Nivan Antônio, Dr. Rodolfo Souto, Dr. Felipe Jobson, Dra. Maria Isabel e ao Prof. José Cláudio pela colaboração e ensinamentos;
Aos amigos Rodolfo Souto e Rafael Silva (potrinho) pelo companheirismo, amizade e imensa colaboração durante a fase experimental;
Aos amigos e parceiros da Pós-Graduação, Jomel, Luiz Eduardo (Lula), Alexandre (Mudo), Elizabete (Beth), Adony e Cleyber pelo ótimo convívio e os momentos de descontrações e alegrias;
Ao amigo e motorista da CBG Francisco (grande Chico) (in memoriam) que várias vezes me acompanhou e colaborou nas viagens de coletas;
A dona Selma pela amizade e carinho de sempre;
Aos amigos Alexandre Dantas e Janaina Azevedo pelos ensinamentos e apoio durante o experimento;
Aos Professores Antônio Último e Elias Facury (Lobão) pela receptividade e ensinamentos durante meu estágio na UFMG;
Ao Professor Pierre e aos Pós-Graduandos Emanuel e Daniel pela colaboração e ajuda na análise de algumas amostras que foram processadas no laboratório do Centro de Pesquisa da UFRPE (CENAPESQUE);
À Fazenda Acauã por ter nos permitido desenvolver esta pesquisa, ao proprietário o Sr. Fábio Marques Ferreira e aos funcionários Tiago e Marcelo pela parceria e ajuda constante;
À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão de bolsa de Pós-Graduação e a credibilidade depositada na nossa pesquisa.
Ao Programa de Pós Graduação em Ciência Veterinária da UFRPE pela oportunidade e a atenção de sempre;

Enfim, para todos aqueles que contribuíram de alguma forma para concretização deste trabalho.

A todos vocês o meu MUITO OBRIGADO!

Se você não tem dúvidas é porque está mal informado!

“Millôr Fernandes”

“Aos outros o DIREITO de serem quem são, a mim o DEVER de ser cada dia melhor”

Chico Xavier

RESUMO

Objetivou-se, estudar o efeito da sazonalidade sobre o perfil energético, proteico, hormonal e mineral de vacas Girolandas durante os dois últimos meses de gestação até os dois primeiros meses de lactação em uma propriedade localizada no município de Garanhuns, na região do Agreste Pernambuco. Para tanto, utilizou-se 39 fêmeas, distribuídas em grupos, comparando a influência sazonal entre as épocas de chuva e seca e o perfil metabólico entre vacas híginas e enfermas. O delineamento experimental ocorreu a partir das coletas realizadas nos períodos 60 dias antes do parto (60DAP), 40DAP, 20DAP, 10DAP, dia do parto, e 10 dias pós-parto (10DPP), 20DPP, 40DPP, 60DPP. Os metabólitos analisados foram os hormonais (insulina e cortisol), energéticos (glicose, frutossamina, *AGNEs* e β -hidroxibutirato), proteicos (proteína total, albumina, globulina e ureia) e minerais (*CaT*, *P*, *Mg*, *K*, *Na* e *Cl*). As variáveis estudadas foram interpretadas por meio de análise de variância ao nível de 5% de probabilidade. O comportamento dos hormônios insulina e cortisol foram análogos, observando os maiores valores no dia do parto, porém, a época de estiagem revelou valores inferiores. Analisando o perfil energético, verificou-se por meio dos baixos valores de frutossamina e glicose, além das concentrações elevadas de *AGNEs* e β -hidroxibutirato uma maior mobilização energética no período de estiagem e no grupo dos animais enfermos durante o parto. O perfil proteico revelou, pelas proteínas totais, efeito de momento, cujos menores valores foram verificados no dia do parto, as concentrações de albumina foram inferiores no período de estiagem, e as globulinas apresentaram-se elevadas no grupo das vacas que apresentaram distúrbios sanitários. Com relação aos minerais cálcio total, magnésio e cloro apontaram níveis inferiores desde o período inicial das coletas no grupo de animais enfermos, e no grupo da época de chuva, constatou-se, após o parto concentrações inferiores devido a maior produção de leite, o que refletiu em uma maior demanda por esses minerais. A sazonalidade representa um fator de risco importante para as vacas leiteiras, especialmente as de maior produção, em que a época de estiagem, na região do Agreste Pernambucano, apresenta menor disponibilidade de forragem de qualidade. Com isso o processo de adaptação fisiológica dos animais, sobretudo durante o período de transição, fica comprometido, favorecendo a ocorrência de transtornos metabólicos.

Palavras chave: Rebanho leiteiro, lactação, enfermidades, período de transição, gestação

ABSTRACT

TÍTULO: EFFECT OF SEASONALITY ON PROFILE GIROLANDA COWS METABOLIC DURING PRE AND POST PARTURITION

The objective was to study the effect of seasonality on the energy profile, protein, hormone and mineral Girolanda cows during the last two months of pregnancy to the first two months of lactation in a property located in the municipality of Garanhuns, in the Agreste Pernambuco region. Therefore, we used 39 females, divided into groups by comparing the seasonal influence of the rainy season and dry and the metabolic profile among otherwise healthy and sick cows. The experiment took place from collections made in the period 60 days before delivery (60DBD) 40DBD, 20DBD, 10DBD, parturition day, and 10 days postpartum (10DPP), 20DPP, 40DPP, 60DPP. Metabolites were analyzed hormone (insulin and cortisol), energy (glucose, fructosamine, NEFA and β -hydroxybutyrate), protein (total protein, albumin, globulin and urea) and minerals (*CaT*, *P*, *Mg*, *K*, *Na* and *Cl*). The variables studied were interpreted by analysis of variance at 5% probability. The behavior of the hormones insulin and cortisol were similar, observing the highest values on the day of delivery, however, the dry season showed lower values. Analyzing the energy profile, it was through low fructosamine values and glucose, in addition to high concentrations of NEFA and β -hydroxybutyrate increased energy mobilization in the dry season and in the group of animals sick during childbirth. The protein profile revealed by the total protein time effect, whose lowest values were recorded on the day of delivery, albumin concentrations were lower in the dry season, and globulins showed up high in the group of cows had health disorders. With regard to minerals the total calcium, magnesium and chlorine showed lower levels from the initial period of the collections in the sick group of animals and after parturition, it was found lower concentrations in the group of the rainy season, due to higher milk production, which reflected in greater demand for these minerals. Seasonality is an important risk factor for dairy cows, especially those of higher production in the dry season, in Pernambuco Agreste region has lower availability of quality forage. Thus the process of physiological adaptation of the animals, especially during the transition period, is compromised, favoring the occurrence of metabolic disorders.

Key words: dairy herd, lactation, diseases, transition period, gestation

LISTA DE TABELAS

Artigo - 1

Tabela 1. Valores médios (x), desvios-padrão (s), média geral e níveis de significância do perfil hormonal, energético e proteico de vacas leiteiras na fase final de gestação e início da lactação durante o período de chuva e estiagem na região do Agreste Pernambucano59

Tabela 2. Valores médios (x), desvios-padrão (s), média geral e níveis de significância do perfil mineral e iônico de vacas leiteiras na fase final de gestação e início da lactação durante o período de chuva e estiagem na região do Agreste Pernambucano61

LISTA DE TABELAS

Artigo – 2

Tabela 1. Valores de média (x), desvios-padrão (s), média geral e níveis de significância do perfil hormonal, energético e proteico de vacas híginas (G1) e com algum tipo de enfermidade (G2) na fase final de gestação e início da lactação na região do Agreste Pernambucano86

Tabela 2. Valores de média (x), desvios-padrão (s), média geral e níveis de significância do perfil mineral e iônico de vacas híginas (G1) e com algum tipo de enfermidade (G2) na fase final de gestação e início da lactação na região do Agreste Pernambucano87

LISTA DE QUADROS

Artigo - 1

Quadro 1. Nível de significância ($Pr > F$) dos fatores de variação (grupos, momentos e interações) da análise de variância dos metabólitos hormonal, energético e proteico do soro sanguíneo de vacas leiteiras na fase final de gestação e início da lactação durante o período de chuva e estiagem na região do Agreste Pernambucano60

Quadro 2. Nível de significância ($Pr > F$) dos fatores de variação (grupos, momentos e interações) da análise de variância do perfil mineral e iônico do soro sanguíneo de vacas leiteiras na fase final de gestação e início da lactação durante o período de chuva e estiagem na região do Agreste Pernambucano61

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

CEUA - Comissão de tica no Uso de Animais

COBEA – Colégio Brasileiro de Experimentao Animal

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

NRC - National Research Council (Conselho Nacional de Pesquisa)

AGL – cidos graxos livres

AGNEs – cidos graxos não esterificados

ATP – trifosfato de adenosina

BEN = balanço energético negativo

BHB - Betahidroxibutirato

CaT – cálcio total

Cl – Cloro

K – Potássio

Mg – Magnésio

Na – Sódio

P – Fósforo

CO₂ – dióxido de carbono

O₂ - oxignio

U – Unidades

Kg – quilograma

g - grama

L – Litro

mL – mililitro

dL – decilitro

mmol – milimol

pmol - picomol

µmol – micromol

µ – micro

% – Porcentagem

® – Marca registrada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 SAZONALIDADE	16
2.2 PERFIL METABÓLICO.....	16
2.2 PERÍODO DE TRANSIÇÃO	17
2.3 PERFIL ENERGÉTICO.....	18
2.3.1 Glicose.....	19
2.3.2 Frutosamina	20
2.3.3 Ácidos graxos não esterificados	21
2.3.4 β -hidroxibutirato (BHB).....	22
2.4 PERFIL PROTÉICO.....	23
2.4.1 Proteína total (PT)	23
2.4.2 Albumina	24
2.4.3 Globulinas	25
2.4.4 Ureia.....	26
2.5 PERFIL HORMONAL.....	27
2.5.1 Cortisol.....	27
2.5.2 Insulina.....	27
2.6 PERFIL MINERAL	28
2.6.1 Cálcio total.....	28
2.6.2 Fósforo	29
2.6.3 Magnésio	30
2.6.4 Sódio, Cloro e Potássio	31
3. REFERÊNCIAS	32
4. ARTIGOS CIENTÍFICOS	40
4.1 INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE SOBRE O PERFIL METABÓLICO E HORMONAL DE VACAS GIROLANDAS ANTES E APÓS O PARTO.....	40
4.2 INDICADORES BIOQUÍMICO E HORMONAL DE VACAS LEITEIRAS HÍGIDAS E COM ENFERMIDADE DURANTE O FINAL DA GESTAÇÃO E INÍCIO DA LACTAÇÃO	61
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
7. ANEXOS	87

1. INTRODUÇÃO

O Brasil alcançou a 5^o posição no ranking mundial, aumentando sua produção de leite em aproximadamente 54% nos últimos 12 anos e atingindo uma marca histórica de 35,2 bilhões de litros. Contexto em que Pernambuco ocupa a 10^o posição no cenário nacional, dono de uma bacia leiteira que é responsável por 73% da produção do estado, ficando localizado na região do Agreste Meridional. A pecuária leiteira representa uma atividade local de destaque, gerando grandes benefícios, do ponto de vista econômico e social (IBGE, 2015). Esse desenvolvimento vem estimulando a intensificação dos sistemas de produção, introduzindo raças mais especializadas e precoces, através do melhoramento genético e modernização das criações de bovinos, obtendo índices de produtividade mais expressivos. Entretanto, observa-se uma ocorrência crescente de transtornos no metabolismo das vacas, refletindo em perdas na produção, além de problemas reprodutivos. (INGVARTSEN et al., 2003; LEBLANC et al., 2006; KEYSERLINGK & WEARY, 2015).

A época do ano, em algumas regiões do Brasil, representa impactos negativos para pecuária leiteira, sobretudo no período de estiagem, em que se observa escassez de água e alimento em quantidade e qualidade, além de temperaturas elevadas. Uma nutrição ruim pode favorecer a redução do escore corporal, infertilidade e comprometimento da produção. Por isso, é importante ter estratégia e planejamento nutricional adequados para os meses mais críticos do ano, pois os animais que apresentam estresse térmico, reduzem conseqüentemente, o consumo de alimentos (BERTIPAGLIA et al., 2007; GASTEINER et al., 2007) podendo implicar em distúrbios metabólicos, especialmente durante o período de transição.

As vacas passam por significativas alterações no seu metabolismo nas últimas semanas que antecedem ao parto até o início da lactação, as quais modulam o animal para o período do periparto (FRIGOTTO et al., 2009). Essas modificações estão associadas a uma maior exigência por nutrientes em detrimento do crescimento do concepto e a lactogênese, concomitante a uma diminuição na ingestão de alimentos, desenvolvendo um quadro de balanço energético negativo fisiológico (HUZZEY et al., 2007; FRIGOTTO, 2010). Porém, quando o metabolismo da vaca não consegue se adaptar a essas alterações, desenvolve enfermidades metabólicas (DUFFIELD et al., 2009). Contudo, a importância desses distúrbios, durante esse período, tem motivado diversos pesquisadores a estudar e esclarecer as principais alterações observadas (HUZZEY et al., 2007; FRIGOTTO et al., 2009). Uma vez que, aproximadamente 75% dos transtornos metabólicos ocorrem no primeiro mês após o parto (GOFF, 2006; LEBLANC, 2010), embora sua origem remeta a semanas anteriores.

O estudo do perfil metabólico, inicialmente aplicado ao rebanho leiteiro, vem sendo empregado desde a década de 70, o qual permitiu estabelecer, por meio de análises dos componentes sanguíneos, seu grau de adaptação às principais vias metabólicas relacionadas com o perfil energético, proteico e mineral, bem como a funcionalidade de órgãos vitais para a produção de leite, como é o caso do fígado (GONZÁLES et al., 2000). A interpretação dos resultados obtidos é complexa, devido aos mecanismos que controlam o nível sanguíneo de vários metabólitos, além da grande variação das suas concentrações em função de fatores como raça, idade, estresse, dieta, nível de produção leiteira, manejo, clima e estado fisiológico (lactação, gestação, estado reprodutivo). Também, para a correta interpretação dos perfis é indispensável contar com valores de referência apropriados para cada região e a população em particular. Quando isto não é possível, os valores referenciais a serem usados devem ser de zonas climáticas e grupos animais similares (GONZÁLES & SCHEFFER, 2002).

A avaliação do perfil metabólico representa uma ferramenta laboratorial que analisa uma combinação de constituintes sanguíneos, dentro de um determinado período, úteis para subsidiar o diagnóstico, o prognóstico, além de monitorar rebanhos, identificando desequilíbrios na homeostase dos animais (GONZÁLES, 2000; CALDEIRA et al., 2007). A composição bioquímica do plasma sanguíneo reflete, de modo fiel, a situação metabólica dos tecidos animais, dessa forma pode-se avaliar lesões teciduais, alterações no funcionamento de órgãos, adaptação do animal diante de desafios nutricionais e fisiológicos (GONZÁLES & SCHEFFER, 2002).

Dentre os principais perfis estudados destacam-se o *energético*, analisado por meio da glicose, dos ácidos graxos não esterificados, do betahidroxibutirato, além da frutossamina (WITTWER, 2000; ENEMARK et al., 2004). O *perfil proteico*, avaliando as proteínas totais, albumina, globulina e uréia; o *perfil mineral* através da dosagem do cálcio total, fósforo, magnésio, sódio e potássio (WITTWER, 2000). Além do *perfil hormonal*, analisando o cortisol e a insulina (BEERDA et al., 2004, CAMPOS et al., 2005). Dessa forma, a interpretação dos metabólitos de um grupo de animais, com o foco no rebanho pode ser de grande valia para o gerenciamento e tomada de decisões em uma propriedade (DUFFIELD & LEBLANC, 2009).

Contudo, em fazendas que apresentam falhas nos processos operacionais, especialmente durante as últimas semanas de gestação, parto e início da lactação, podem apresentar problemas sanitários como: hipocalcemia, cetose, deslocamento de abomaso, acidose metabólica, laminite, retenção de placenta, metrite e mastite (INGVARTSEN et al., 2003; LEBLANC, 2010). Diante

da importância e da carência de estudos regionais dos perfis metabólicos de vacas leiteiras, especialmente as mestiças que compõe a maior parte do rebanho leiteiro brasileiro (FACÓ et al., 2002). Objetivou-se, estudar o efeito da sazonalidade sobre o perfil energético, proteico, hormonal e mineral de vacas Girolandas durante os dois últimos meses de gestação até os dois primeiros meses de lactação em uma propriedade no município de Garanhuns localizada na região do Agreste Pernambuco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sazonalidade

A região do Agreste Pernambucano é marcada por dois períodos bem distintos, inverno e verão. O inverno é bastante chuvoso e ocorre entre os meses de abril a setembro, com temperatura média de 18° C. Já o período de estiagem inicia-se em outubro e vai até fins de março e princípio de abril geralmente apresenta-se quente, seco e sem chuva, com temperaturas acima dos 30° C (OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2016) e conseqüentemente com baixa disponibilidade de forragem. A produção animal está diretamente relacionada com a quantidade e a qualidade nutricional dos alimentos que o animal consome. Os mais afetados pelo estresse calórico são aqueles com alto potencial genético de produção leiteira, sendo que, são dependentes de grande ingestão de matéria seca, o que vai resultar em excesso de calor metabólico e necessidade de mecanismos termorregulatórios eficazes para manter a homeostasia fisiológica. Bovinos leiteiros de alta produção possuem elevada exigência nutricional e devem receber alimentos de qualidade, pois quanto pior o valor nutritivo dos ingredientes que compõem a dieta, maior será o consumo (KADZERE et al., 2002). A interação animal e ambiente deve ser considerada quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, pois as diferentes respostas às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade produtiva (NEIVA et al., 2004).

2.2 Perfil Metabólico

O perfil metabólico é útil como ferramenta laboratorial, quando considerado junto com o histórico do rebanho e o exame clínico completo dos animais acometidos. Em ruminantes pode ser usado não somente para monitorar a adaptação metabólica e definir desequilíbrios da homeostase de nutrientes, mas também para identificar as causas que estão por trás da manifestação de transtornos nutricionais e/ou metabólicos (GONZÁLEZ, 2000). Especialmente em vacas leiteiras, o perfil energético sofre influência de diversos fatores, sobretudo na fase

final da gestação e no início da lactação, momentos este, considerado crítico na manutenção da homeostasia, quando surgem variações no seu metabolismo, e como consequência pode-se observar a esteatose hepática e a cetose (POGLIANI et al., 2010).

É realizada por meio de um conjunto de constituintes sanguíneos, em que se escolhe as variáveis a serem analisadas dependendo da importância de cada uma delas para o problema investigado, facilidade de processamento e estabilidade da amostra até chegar ao laboratório (INGRAHAM & KAPPEL, 1988). A utilização do perfil metabólico ganhou importância nestes últimos anos, principalmente, relacionado às doenças no periparto de bovinos leiteiros, com auxílio no diagnóstico, prognóstico e prevenção (DUFFIELD et al., 2009; CHAPINAL et al., 2011; ROBERTS et al., 2012). O estudo clínico-laboratorial dos componentes hemato-bioquímicos específicos constitui uma das formas de avaliar o *status* nutricional e variação metabólica de um rebanho. Informa sobre as principais reações anabólicas e catabólicas relacionadas com energia, proteínas e minerais. O conjunto dessas variáveis constituirá o perfil metabólico, que permitirá a observação da ocorrência de enfermidades associadas aos transtornos no metabolismo (CALDEIRA et al., 2007).

Grande parte das pesquisas sobre sanidade em vacas leiteiras no período de transição, direcionam seu foco para nutrição, fisiologia e o perfil metabólico. Pois, apesar dos avanços no entendimento dessas áreas, observa-se uma permanência alta na incidência de doenças logo após o parto (KEYSERLINGK & WEARY, 2015). As alterações metabólicas são descritas como transtornos catabólicos ou anabólicos observados em animais na fase de produção. Normalmente a causa desses distúrbios é o desequilíbrio entre o consumo e a demanda de nutrientes, especialmente, pela remoção na forma de produtos como o leite, a carne ou pelo feto (GONZÁLEZ, 1997).

2.2 Período de Transição

De maneira geral a literatura relata que é o intervalo de tempo que compreende as três últimas semanas antes do parto até as três primeiras pós-parto. Marcada por intensas alterações fisiológicas, hormonais, metabólicas e anatômicas, pois, este é o momento de transição de gestante não lactante para não gestante lactante, em que preparam as vacas para o parto e posteriormente, lactação. Tais mudanças estão associadas à queda na ingestão de alimentos, ao grande crescimento do conceito, a alta demanda por nutrientes, e conseqüentemente, um quadro de balanço energético negativo, em que dependendo da intensidade, poderá predispor os animais a ocorrência de enfermidades metabólicas, implicando na diminuição da produção de leite, prejudicando o desempenho reprodutivo e aumentando a taxa de descarte do rebanho

(DRACKLEY et al., 2005; HUZZEY et al., 2007; FRIGOTTO, 2010). Alguns autores definem esse período como sendo uma fase crítica que refletirá na sanidade das vacas e sua capacidade produtiva durante toda a lactação (DRACKLEY, 1999; KEYSERLINGK & WEARY, 2015).

Neste período ocorrem grandes alterações no metabolismo das vacas leiteiras, carecendo de um manejo sanitário e nutricional mais rigoroso, especialmente, quando se tratar de animais de alta produção. Pois, é o momento em que o organismo passa por adaptações hormonais, proteicas, energéticas e minerais para conseguir suprir os requerimentos do feto e produção de colostro e leite. Estima-se que a demanda por aminoácidos, ácidos graxos e glicose de uma vaca, com quatro dias pós parto seja, respectivamente, duas, cinco e três vezes maior, já o cálcio, no dia do parto, aumenta até quatro vezes mais a sua demanda (BELL, 1995; HORST et al., 1997). Em consequência, pode-se observar a ocorrência da maioria das enfermidades, principalmente, no primeiro mês pós-parto, sendo as doenças metabólicas as mais frequentes e altamente relacionadas à falhas no manejo e às mudanças preparatórias para o parto (HORST et al., 1997; LEBLANC et al., 2006; CHAPINAL et al., 2011). Com isso é importante a adoção de testes metabólicos em rebanhos ou grupos com o intuito de monitorar o manejo e detectar problemas ou desvios, além de análises individuais para identificar vacas de alto risco, visando prevenir ou reduzir os casos clínicos (LEBLANC, 2015).

As vacas leiteiras apresentam, no periparto, acentuadas alterações nas concentrações séricas de progesterona, estrógeno, cortisol, um período de resistência à insulina, balanço energético negativo, lipólise e perda de peso no início da lactação, além de hipocalcemia nos primeiros dias pós-parto (GOFF & HORST, 1996). Ficando vulneráveis à doenças metabólicas e infecciosas, tornando a detecção precoce das mesmas, particularmente valiosa nessa fase. A metrite, por exemplo, é comumente diagnosticada nas primeiras semanas pós parto, prejudicando o desempenho e o status reprodutivo, reduzindo a produção de leite e influenciando nas decisões de descarte das fazendas (KEYSERLINGK & WEARY, 2015). Contudo, para amenizar as consequências negativas destas variações metabólicas e alcançar uma eficiência produtiva melhor, torna-se essencial a adoção de práticas que melhorem o manejo ambiental e nutricional, além do monitoramento da saúde das vacas durante todo o período de transição (DRACKLEY, 1999; KEYSERLINGK & WEARY, 2015).

2.3 Perfil energético

Nos ruminantes a maior parte dos carboidratos dos alimentos é fermentado no rúmen, dando origem, principalmente, aos ácidos graxos de cadeia curta: acetato, propionato e butirato, esses representam sua principal fonte de energia (KOSLOSKI, 2002). No processo de digestão

dessa espécie, apenas, pequena parte da glicose proveniente do trato alimentar entra na corrente sanguínea, a maior parte é oxidada pelas bactérias ruminais. O órgão responsável pela síntese da glicose é o fígado, a partir de moléculas precursoras na via da gliconeogênese. Sendo o ácido propiônico, o substrato de aproximadamente 50% da produção de glicose, os aminoácidos (alanina e glutamina) gliconeogênicos contribuem com 25% e o ácido láctico com 15%, outro precursor importante é o glicerol (GONZÁLEZ, 2000). As alterações endócrinas influenciam diretamente no metabolismo energético dos ruminantes, por meio da diminuição no consumo de alimentos e uma maior demanda por nutrientes, induzindo uma lipólise (DRACKLEY, 1999). Essa mobilização ocorre devido um balanço energético negativo, podendo desencadear lesões hepáticas severas em decorrência da infiltração gordurosa, com isso comprometendo diretamente a produção de energia (SOUZA et al., 2004; LEBLANC et al., 2006).

Os órgãos vitais são extremamente sensíveis à insuficiência de energia, estando correlacionados com baixo desempenho reprodutivo, atraso na idade à puberdade, retardo no intervalo da primeira ovulação e cio pós-parto, além de redução nas taxas de concepção e de prenhez em vacas de corte e de leite (SANTOS, 2000). Pois a hipoglicemia deprime a atividade nervosa com redução da secreção de GnRH pelo hipotálamo que proporciona menor atividade ovariana. Contudo, diversos indicadores bioquímicos têm sido estudados nas vacas de alta produção, sendo os principais metabólitos associados ao balanço energético, a glicose, a frutossamina, os ácidos graxos não esterificados (AGNEs) e β -hidroxibutirato (BHB) (KIDA, 2003; LAGO et al., 2004; ENEMARK et al., 2004).

2.3.1 Glicose

É um dos metabólitos sanguíneos mais utilizado para determinar o status energético dos ruminantes (PAYNE & PAYNE, 1987). Entretanto, alguns trabalhos tem demonstrado certa contrariedade nos resultados, relatando que os mecanismos homeostáticos que controlam a glicemia tornam difíceis para estabelecer, de modo objetivo, uma relação entre estado nutricional e níveis de glicose, pois além de grande parte dos tecidos utilizarem ácidos graxos livres (AGL) e corpos cetônicos como fonte energética, o fígado destes animais possui alta função neoglicogênica (PEIXOTO & OSÓRIO, 2007).

Para as vacas leiteiras, essa variável bioquímica é de extrema importância por causa do papel central que tem na glândula mamária em função de suprir carbono, hidrogênio e oxigênio para a síntese de lactose, sendo o maior regulador osmótico, responsável por controlar o volume de leite produzido. As concentrações plasmáticas, permanecem estáveis durante o período de transição, observando um aumento, apenas no momento do parto e diminuindo imediatamente

após. Essa elevação está associada, principalmente, às concentrações de glucagon e glicocorticoides (KUNZ et al., 1985; VASQUEZ-AÑON et al., 1994). A disponibilidade de glicose para absorção intestinal é pequena, carecendo portanto dos seus precursores para a gliconeogênese. Contudo o fígado e os rins de vacas no início de lactação, competem com a glândula mamária pelo carbono dos aminoácidos para a síntese de glicose (CHAMBERLAIN & WILKINSON, 1996).

A necessidade energética de uma vaca no período de transição chega a aumentar de 1,0 kg/dia de glicose durante o final da gestação para 2,5 kg/dia nas três primeiras semanas após o parto (REYNOLDS et al., 2003). Esse aumento da demanda está associada à exigência da glândula mamária para a produção de lactose, a qual consome cerca de 60 a 85% da glicose corporal total em vacas de alta produção, se agravando, sobretudo, quando o animal alcança o pico de produção (BERGMAN, 1983). A baixa produção de leite e alguns casos de cetose subclínica e clínica estão associadas a esse decréscimo (SCHWALM & SCHULTZ, 1976).

2.3.2 *Frutosamina*

É uma proteína glicosada, que se refere a um composto estável originado da combinação de glicose com proteínas séricas do sangue, principalmente a albumina. Formada a partir de aldimina, que é instável e derivada de uma ligação inicial da glicose com grupos amino da proteína, que ao sofrer um rearranjo adquire a estabilidade, essa ligação permanece firme e constante durante toda a meia-vida da proteína, sua degradação, ocorre durante o catabolismo das proteínas. Portanto, a mensuração desta variável é o parâmetro mais confiável para avaliação do metabolismo da glicemia, uma vez que permite analisar a utilização da glicose, dos últimos 15 dias antes do teste, enquanto que a mensuração dos índices glicêmicos é um indicativo da condição momentânea (THRALL, 2006; KANEKO, 2008). O nível sérico da frutosamina depende da média da concentração de glicose durante as duas semanas anteriores e a meia vida das proteínas sanguíneas, é de extrema importância pois não está sujeita a mudanças em decorrência de hiperglicemia transitória (AMBRUSTER, 1989).

A realização desse teste pode detectar alterações nos níveis glicêmicos recentes e permite intervenção clínica em tempo hábil. Além disso, é um exame simples, processado por meio de um ensaio colorimétrico que pode ser realizado nos laboratórios de análises clínicas (KANEKO et al., 2008). Jensen et al. (1993) descrevem como valores de normalidade o intervalo entre 213,4 $\mu\text{mol/L}$ a 265 $\mu\text{mol/L}$ que pode ser utilizado como referência para espécie bovina. Os índices de frutosamina aumentam quando a glicose está elevada. Seu nome é derivado das proteínas glicadas que após um rearranjo molecular, transforma-se em uma

cetoamina, em que a maior parcela está ligada à albumina, constituindo a maior massa protéica plasmática depois da hemoglobina. Assim como a formação da hemoglobina glicada, a frutossamina é resultante da interação da glicose plasmática e a lisina presente na molécula de albumina e em outras proteínas livres no plasma, decorrente de uma modificação não enzimática.

2.3.3 Ácidos graxos não esterificados

Os níveis elevados desta variável, refletem a magnitude da mobilização de gordura das reservas corporais, normalmente associados ao período de insuficiente consumo de energia, sendo uma ótima variável na avaliação do *status* energético das vacas (LEBLANC, 2015). O aumento da lipólise e a diminuição da lipogênese, é estimulada pelo balanço energético negativo (BEN), observado quando o animal não consegue atender suas demandas através da dieta, além das exigências para o crescimento fetal e a produção de leite. Sendo necessário ativar fontes alternativas de produção de energia através de uma maior mobilização lipídica, que são utilizados como fonte energética por vários tecidos, entre eles, a glândula mamária e o fígado (BELL, 1995; GRUMMER, 1995). Os *AGNEs* circulantes são produtos da degradação dos lipídios e representam a principal fonte de energia para a vaca durante o período de transição, aumentando a sua concentração no sangue, entretanto, seu acúmulo, por uma incapacidade de metabolização hepática, pode desencadear em transtornos metabólicos (PULLEN et al., 1989; RADOSTITS, 2000). E, conseqüentemente, expor os animais a maiores riscos a enfermidades como a cetose subclínica e clínica, doenças uterinas, queda na produção de leite e menor desempenho reprodutivo (LEBLANC, 2015).

Com o avanço da gestação, ocorre o aumento nas concentrações de *AGNEs* que fornecerá algumas vantagens à gestante, atuando como fonte de energia para o metabolismo materno e promovendo o desenvolvimento do estado de resistência à insulina (REGNAULT, 2004). Esse mecanismo dificulta a utilização de glicose pelos tecidos periféricos, além de inibir a produção de insulina, poupando e disponibilizando a glicose para aproveitamento da placenta e do feto (BROCKMAN, 1979; REGNAULT, 2004). A sua elevação no plasma, ocorre comumente durante o periparto, porém, sua magnitude é observada antes das vacas apresentarem doenças metabólicas (LEBLANC, 2015).

Estudos realizados a campo demonstraram uma associação entre as concentrações maiores que 0,3mmol/L com uma maior incidência de retenção de placenta, metrite, deslocamento de abomaso, pouca produção de leite e menor taxa de prenhez. E, à medida que se elevavam em 0,1mmol/L, na semana anterior ao parto, as chances de retenção de placenta

aumentaram em 5%. Valores de ácidos graxos livres $>0,6\text{mmol/L}$, nas duas semanas pós parto foi associado com elevação dos riscos de metrite e deslocamento de abomaso, quando $>0,7\text{mmol/l}$ com menor taxa de prenhez (LEBLANC, 2015).

2.3.4 β -hidroxibutirato (BHB)

Esta variável é o parâmetro bioquímico de maior confiabilidade para avaliação do perfil energético das vacas, pois apresenta uma maior estabilidade, quando comparado com os outros corpos cetônicos, podendo ser analisado, principalmente a partir de amostras de sangue. Níveis elevados desse metabólito, refletem um quadro de déficit energético muito grave (OETZEL, 2004; PEIXOTO et al., 2007). Os corpos cetônicos (BHB, acetona e acetoacetato) são metabólitos intermediários da oxidação de ácidos graxos, especificamente resultando da oxidação incompleta dos mesmos. À medida que a oferta de AGNEs ao fígado excede a capacidade de oxidá-los completamente para fornecer energia, a quantidade de produção de cetona aumenta (LEBLANC, 2015). A maioria dos corpos cetônicos produzidos, são utilizados como fonte de energia pelo tecido muscular esquelético e musculatura estriada cardíaca. No caso do córtex adrenal, o acetil CoA derivado do acetoacetato é utilizado não só como fonte de energia, mas também como substrato para a síntese de colesterol e hormônios esteroides (ARAÚJO, 2009). Algumas evidências mostram um efeito deletério dos AGLs sobre a sensibilidade e ação da insulina, além de concentrações elevadas BHB, estarem associadas à inibindo da secreção de insulina pelas células beta-pancreáticas, podendo estimular vias de apoptose celular (CORRÊA et al., 2010).

Situações em que a demanda de glicose é adequada, os corpos cetônicos formados no fígado, a partir da oxidação, são distribuídos para os tecidos como fonte de energia, sendo metabolizados em presença de oxaloacetato. O ácido propiônico é o principal precursor do oxaloacetato que passará a glicose. Porém, quando a glicose no organismo for deficiente, outras vias de produção de energia são acionadas e a concentração de oxaloacetato, nestes casos, tende a ser baixa, uma vez que estará sendo utilizado para a produção de glicose. Os corpos cetônicos produzidos no fígado se acumulam no sangue desencadeando problemas metabólicos (RADOSTITS, 2000). Entretanto, esses compostos cetônicos podem ser utilizados pelos músculos como uma fonte alternativa de energia à glicose, poupando-a para a produção de leite. Os picos de concentrações de AGNEs são influenciados pela alimentação ao longo do dia, contudo os níveis de BHB não variam, independentemente do tempo (LEBLANC, 2015).

2.4 Perfil protéico

O balanço nutricional protéico dos rebanhos podem revelar situações de deficiências na dieta que irão influenciar nas concentrações sanguíneas de alguns metabólitos (CONTRERAS, 2000). Entre os indicadores utilizados para analisar o *status* protéico dos ruminantes, destacam-se a avaliação da proteína total, albumina, globulina e uréia (PAYNE & PAYNE, 1987). As proteínas sanguíneas são sintetizadas principalmente pelo fígado, sendo que a taxa de síntese está diretamente relacionada com o estado nutricional do animal, especialmente com os níveis de proteína e de vitamina A, e com a funcionalidade hepática (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003). O metabolismo protéico é inevitavelmente influenciado pelo *status* energético (SYKES & THOMPSON, 1978).

2.4.1 Proteína total (PT)

Durante o período da gestação os valores de proteínas do soro sanguíneo das vacas sofrem variações, conforme foi demonstrado por Larson & Kendal (1957) em um trabalho realizado com vacas Holandesa gestantes, em que observaram os maiores valores por volta da quatro semana antes do parto previsto, decrescendo a seguir, e atingindo as menores concentrações no dia do parto, consequência, principalmente, das frações betaglobulina e gamaglobulina. As proteínas estão envolvidas em múltiplas funções, tais como a manutenção da pressão osmótica e da viscosidade do sangue, o transporte de nutrientes, metabólitos, hormônios e produtos de excreção, a regulação do pH sanguíneo e a participação na coagulação. Para o estudo correto da interpretação dos resultados dos perfis metabólicos é indispensável conhecer os valores de referências apropriados para a região e a população específica (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003).

A diminuição dos níveis proteicos ocorre, durante o período de transição, devido à transferência de imunoglobulinas para a síntese de colostro na glândula mamária, como parte de um processo fisiológico, se estendendo nos dias seguintes ao parto (FEITOSA & BIRGEL, 2000; NATH et al., 2005; SAUT, 2008). Contreras (2000) encontrou índices baixos de PT antes do parto, aumento das globulinas e diminuição de albumina no início da lactação, a qual, segundo o autor, começam a elevar-se posteriormente e gradativamente desde que o aporte de proteínas na dieta seja adequado. Segundo Zambrano & Marques Júnior (2009), esta queda pode estar relacionada com a quantidade de proteína na dieta, aumento na demanda de aminoácidos para a síntese de proteínas lácteas ou ainda, redução da capacidade de síntese pelo fígado, devido ao acúmulo de gordura.

2.4.2 Albumina

É a proteína mais abundante na corrente sanguínea, abrangendo cerca de 50% do total, é sintetizada pelo fígado e constitui 80% da osmolaridade do plasma sanguínea, seus níveis são utilizados como indicador da função hepática e do estado nutricional dos animais. É considerada uma importante reserva protéica, bem como desenvolve funções de proteína de ligação e transporte de outras moléculas, na circulação de ácidos graxos livres, aminoácidos, metais, cálcio, hormônios e bilirrubina. Apresenta ainda importante função de regulação do pH sanguíneo, atuando como ânion (SWENSON & REECE, 1996; GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003). Dieta com deficiência de proteína, os níveis séricos de albumina estarão diminuídos, persistindo por duas a três semanas no pós-parto, entretanto, alguns autores acreditam que isto ocorra, não apenas por essa deficiência na alimentação, mas também pela demanda de aminoácidos para a produção de proteínas do leite, reduzindo a síntese de outras proteínas e por isto as concentrações de albumina e hemoglobina diminuem à medida que a lactação avança (WITTWER, 2000). As concentrações séricas de albumina têm valor, inclusive na predição do *status* de reservas musculares (SYKES & THOMPSON, 1978).

Para a detecção de mudanças significativas na concentração de albumina sérica é necessário um período de pelo menos um mês, devido à baixa velocidade de síntese e de degradação. Níveis baixos de albumina, juntamente com diminuição da uréia, indicam deficiência protéica. Redução de albumina com níveis de uréia normais ou elevados acompanhados de níveis de enzimas altos são indicadores de falha hepática. A hipoalbuminemia pode afetar o metabolismo de outras substâncias devido o papel da albumina como transportadora, além de causar queda da pressão osmótica do plasma e levar a ascite, geralmente quando a concentração de albumina cai menos de 2,0 mg/L. (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003).

Essa variável é considerada uma proteína de fase aguda negativa (ALVARENGA et al., 2015). Souza (2005) relata que sua redução pode ser atribuída aos distúrbios metabólicos e hepáticos no periparto das vacas leiteiras, que leva à diminuição do aporte de energia e nutrientes. Birgel Junior et al. (2003) descrevem um quadro de hipoalbuminemia e relação albumina-globulina próxima do limite de quadros característicos de insuficiência hepática no pós-parto de vacas Holandesas. Outro fator que poderia explicar a queda de albumina seria a sua resposta de fase aguda frente a processos inflamatórios, como nos casos de retenção de placenta e endometrite (SOUZA, 2005; SAUT, 2008)

2.4.3 Globulinas

São frações das proteínas que estão relacionadas com as condições imunológicas do organismo, em que os níveis elevados podem ser observados logo após ocorrência de enfermidades (PAYNE & PAYNE, 1987). A concentração dessa variável se dá pela diferença entre as proteínas totais e a albumina. As globulinas podem ser divididas em três tipos, alfa, beta e gama, identificadas mediante eletroforese. Desempenham funções no transporte de metais, lipídeos e bilirrubina, bem como papel na imunidade (fração gama). Considerada, ainda, como indicadores importante de processos inflamatórios (GONZÁLEZ & SILVA, 2008; THRALL et al., 2012).

Os valores dessa variável elevam-se com a idade, em resposta a maior “memória” imunológica, e durante a gestação. Contudo, existe uma correlação negativa entre a concentração de albumina e globulinas, nos quadros de estímulo antigênico, em que um aumento das globulinas é decorrente de transtornos infecciosos, nesses casos haverá inibição da síntese de albumina no fígado como mecanismo compensatório para manter constante o nível protéico total e, portanto, a pressão osmótica sanguínea. Além disso, na disfunção hepática, o nível de albumina cai e o de globulina aumenta. No final da gestação é observado uma diminuição na fração gama globulina composta principalmente por imunoglobulinas, em decorrência da transferência de imunidade para o colostro (FEITOSA & BIRGEL, 2000; GONZÁLEZ & SILVA, 2008; KANEKO, 2008; SAUT 2008).

Avalia-se ainda a relação entre albumina e globulina (A/G), pois é uma ferramenta que contribui bastante para interpretação do perfil proteico. Podendo esta relação ser analisada de diversas formas: *normal*: em condições fisiológicas quando o valor é ligeiramente acima de um; *diminuída*: quando ocorre baixas concentrações de albumina devido doenças renais, parasitemia ou doença intestinal, diminuição da síntese por causa de doenças hepáticas crônica, dieta deficiente de proteína, além de processos inflamatórios ou ainda, nos casos de globulinas aumentadas, no qual há uma grande produção de imunoglobulinas e proteínas de fase aguda (KANEKO et al., 2008), nesta condição constata-se hiperproteinemia relacionada à hipoalbuminemia e hiperglobulinemia, estando à relação A/G baixa, com valores menores do que 0,5 (BIRGEL JUNIOR et al., 2003); *aumentada*: nos casos de elevação da albumina por desidratação, ou a diminuição de globulinas que pode ocorrer em bezerros recém-nascidos que não mamaram colostro, apresentando falha na transferência de imunidade passiva (KANEKO et al., 2008).

2.4.4 Ureia

Este é o metabólito sanguíneo mais estudado nos ruminantes, para avaliação do *status* protéico, pois tem relação especial com a digestão de proteínas e com o metabolismo dos microrganismos ruminais. A quantidade de amônia convertida em ureia é decorrente do volume total de proteína degradada e a taxa de incorporação de amônia na proteína microbiana, portanto alto consumo de proteína degradada no rúmen, resulta em elevado índices de ureia sérica. Representando um indicador sensível e imediato da ingestão de proteína (ROWLANDS, 1980; HERDT, 2000). Seus valores não são determinados unicamente pela velocidade de desintoxicação, mas também influi nos níveis sanguíneos, a quantidade e a velocidade de síntese hepática. Esta síntese ocorre a partir da amônia proveniente do catabolismo dos aminoácidos e da reciclagem de amônia pelo rúmen. As concentrações de ureia são analisados em relação ao teor de proteína na dieta, além de servir para avaliar a função renal (CONTRERAS, 2000; GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003).

A ureia é um indicador sensível e imediato da ingestão de proteína, enquanto que a albumina indica o estado protéico a longo prazo, já dieta com baixos valores de proteínas afeta pouco a concentração de globulinas. Contudo, encontram-se níveis elevados de ureia quando ocorre deficiência de energia, devido a diminuição da capacidade da microflora ruminal em utilizar os compostos nitrogenados para a síntese de proteínas, aumentando a quantidade de amônia absorvida no rúmen. O jejum prolongado pode causar aumento da proteólise endógena para utilizar aminoácidos como fonte energética, o que causa elevação na sua concentração. O balanço nitrogenado nos ruminantes pode ser estudado com base nos níveis de ureia tanto no sangue quanto no leite (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003)

Seus valores, no sangue, diminuem pouco, antes e após o parto, inclusive em vacas com adequados níveis de proteína na dieta. Um aumento sérico desse metabólito pode ter origem pré-renais, quando diminuem o fluxo sanguíneo nos rins; renais, devido a deficiência de filtração; e ainda por causas pós-renais, como na obstrução urinária. Dietas com excesso de proteína e falta de carboidratos fermentáveis, ou sincronia de degradação da proteína e a disponibilidade de energia, promove grande concentração no sangue, observando através da excreção principalmente pela urina e, em menor grau, pelo intestino e o leite (FERGUNSON & CHALUPA, 1989; GARCIA-BOJALIL et al., 1998; GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003).

2.5 Perfil hormonal

O complexo sistema homeostático sofre constante ajuste durante a vida produtiva e reprodutiva dos animais, no qual os hormônios exibem um elevado potencial regulatório, entre os quais encontram-se o cortisol e a insulina (CAMPOS et al., 2005).

2.5.1 Cortisol

É o hormônio que tem sido utilizado como indicador de estresse, porém não é considerado o ideal, pois ele varia em diferentes circunstâncias, dificultando a interpretação dos resultados, entretanto, vem sendo empregado como um importante recurso no estudo das alterações endócrinas no periparto juntamente com outros indicadores bioquímicos, em função do seu papel estimulador da gliconeogênese, sendo considerado uma ação fisiológica de destaque para manutenção da glicemia (BEERDA et al., 2004). Em uma situações de estresse, como observado no parto, verifica-se uma elevação da glicemia em virtude dos hormônios glicocorticoides liberados nesse momento (GONZÁLEZ, 1997). Neste contexto o cortisol, efetivamente, age de maneira oposta à insulina, em que diminui a habilidade dos tecidos para utilizar a glicose, com o propósito de priorizar energia para os órgãos vitais (BASSET et al., 1966).

Seus valores alteram, de modo expressivo durante o período do periparto, respondendo em parte pela produção leiteira, em virtude do estímulo a mobilização do tecido adiposo corporal. Pois, o sistema endócrino gera modificações metabólicas coordenadas para suporte antes, durante e após o parto, resultando alterações marcantes em um grande número de metabólitos. Mudanças que podem agredir vários órgãos e sistemas, entre eles o imune, comprometendo a produção de proteínas de fase aguda, além de diminuir a função leucocitária, o que pode acarretar em transtornos à sanidade das vacas (CAI et al., 1994; SHUSTER et al., 1996). Pesquisas relacionam comprometimento da resposta imunológica normal, celular e humoral com altos níveis de cortisol (INGVARTSEN et al., 2003; FOSBERG, 2004). Os leucócitos expressam receptores funcionais para muitos hormônios, entre eles o cortisol e a insulina, que atuam mediando a homeorrese e a homeostase da vaca leiteira (INGVARTSEN et al., 2003).

2.5.2 Insulina

É o principal hormônio regulador da glicemia nos mamíferos, inclusive nos ruminantes, em que ocorre um fluxo constante de precursores gliconeogênicos a partir do rúmen (HOLTENIUS et al., 2003). As concentrações de insulina plasmática diminuem no período

final da gestação e o início da lactação em vacas leiteiras, com elevação no dia do parto, em resposta ao comportamento da glicemia que é normalmente semelhante (KUNZ et al., 1985). Níveis baixos estimulam a gliconeogênese, resultando em alta taxa de lipólise e a cetogênese hepática. Entretanto, quando a concentração de insulina estiver suficientemente baixa a taxa de lipólise é adequada para fornecer altos níveis de ácidos graxos não esterificados (BROCKMAN, 1979; BERGMAN, 1996). Este fato é comum no início da lactação, devido aos baixos índices de insulina plasmática e a diminuição da utilização de glicose ou acetato em função da baixa resposta do tecido adiposo a insulina (VERNON & TAYLON, 1988).

Alguns trabalhos relatam que o início da lactação é caracterizado com moderado grau de resistência à insulina em ruminantes, no tecido adiposo e muscular, facilitando a mobilização de gordura, especialmente durante o período de transição, utilizando os *AGNEs* e os aminoácidos como fonte de energia (KUNZ et al., 1985; VASQUEZ-AÑON et al., 1994; BELL, 1995). Segundo Bell & Bauman (1997) essa resistência tem sido associada no periparto, como estratégia metabólica para priorizar nutrientes para funções vitais, crescimento fetal e produção de lactose.

2.6 Perfil Mineral

Durante o periparto os macrominerais também sofrem grandes alterações em suas concentrações, em decorrência do aumento súbito do requerimento de cálcio, fósforo, potássio, sódio e magnésio para a produção de colostro e leite. Todos eles, apesar de serem fundamentais para a homeostase do organismo, diminuem seus valores, muitas vezes, abaixo do limite fisiológico para espécie após o parto, levando os animais a apresentarem transtornos metabólicos, sobretudo em vacas de alta produção, desencadeando quadros de hipocalcemia, hipofosfatemia e hipomagnesemia. Em muitos casos esta queda é rapidamente revertida, porém, em outros são necessários alguns dias para que retornem aos valores de normalidade (NRC, 2001; Moreira, 2013).

2.6.1 Cálcio total

Este mineral é encontrado na corrente sanguínea na forma não ionizada e ionizada, que é a biologicamente ativa. Estando sempre em equilíbrio, e a sua distribuição final dependerá do pH, da concentração de albumina e da relação ácido-base. Ele está intimamente ligado ao metabolismo (GONZÁLES et al., 2000), sendo responsável pela transmissão dos impulsos nervosos, contração de músculos cardíacos e esqueléticos, na coagulação sanguínea, como componente do leite e na atividade enzimática, além de formação dos tecidos esqueléticos entre

outras funções (COUNCIL, 2011; GOFF, 2004). Níveis baixos de albumina causa diminuição do valor sérico de cálcio (GONZÁLES et al., 2000). Sua distribuição pelo organismo é muito desigual, sendo a maior parte (98%) localizada no esqueleto, fornecendo força estrutural e dureza aos ossos. A outra porção menor (2%) estão distribuídos primariamente no líquido extracelular (NRC, 2001; DEGARIS & LEAN, 2008).

A concentração do cálcio extracelular também influencia na secreção de substâncias pelos nervos e glândulas endócrinas. Um exemplo é uma vaca com hipocalcemia que é incapaz de secretar insulina pelo pâncreas tornando-se hiperglicêmica (GOFF, 2006). A concentração sérica normal do cálcio, em vacas adultas, se mantém entre 8,5 a 10 mg/dL, situação em que 45 a 50% estão na forma livre (LARSEN, 2001; GOFF, 2004). Devido à necessidade de manter as concentrações de cálcio entre os limites fisiológicos para espécie, os vertebrados desenvolveram um elaborado sistema para manter a homeostase, fazendo com que haja um aumento da entrada de cálcio para o líquido extracelular sempre que os seus níveis atinjam valores baixos (NRC, 2001). Contudo existem alguns momentos delicados, como no periparto, em que pode ocorrer mobilização de grande quantidade desse mineral (30 g de Ca/dia) para produção de colostro e posteriormente leite. Esse valor é cerca de nove vezes maior que a quantidade de cálcio presente no compartimento plasmático do animal, situação que aumenta o desafio adaptativo da vaca, colocando-a em risco para o desenvolvimento de transtornos metabólicos (RODRIGUES & GONZÁLES, 2004).

2.6.2 Fósforo

A maior parte desse mineral (80%) encontra-se nos ossos e dentes, a menor concentração distribuída nas células do organismo. Ele possui várias funções biológicas, participando das moléculas de transferência de energia em quase todas as transações energéticas envolvendo formação ou quebra de ligações de alta energia que ligam óxidos de fosfato a carbono ou a compostos carbono/nitrogênio como o ATP, está envolvido ainda no sistema tampão ácido/base do sangue e outros líquidos corporais, na diferenciação das células e é um componente importante da parede celular, de fosfolipídios, fosfoproteínas e ácidos nucleicos (NRC, 2001; GOFF, 2004; COUNCIL, 2011). Os valores fisiológicos do fósforo inorgânico plasmático está entre 4 e 8 mg/dL (GOFF, 2000). A manutenção extracelular desse macroelemento depende da disponibilidade na dieta e pela reabsorção óssea, repondo o fósforo perdido pelas fezes, urina, utilizado para o crescimento dos ossos, músculos e para produção de leite (REINHARDT, 1988). No início da lactação ocorre uma grande demanda pelo fósforo,

podendo provocar redução aguda nas concentrações plasmáticas (SOUZA JÚNIOR et al., 2011).

No final da gestação, sobretudo em novilhas de primeira cria, a exigência pelos macrominerais aumenta em 66%, comparada ao terço inicial (VALLE et al., 1998). Nos quadros mais comuns da deficiência de *P* observa-se redução do escore corporal, com emagrecimento e fraqueza generalizada, fraturas, diminuição da secreção dos hormônios hipotalâmico-hipofisários, podendo desencadear problemas inclusive no momento do parto (GRUNET et al., 2005). Cerca de 30% do *P* sanguíneo está presente como ânion fosfato inorgânico; o restante está incorporado em moléculas orgânicas, como as proteínas e as membranas celulares. É este *P* orgânico que é medido por ensaios padronizados utilizados para determinar a concentração do fósforo sanguíneo (GOFF, 2006). A concentração de *P* inorgânico no soro é muito usada, já que o seu teor cai rapidamente quando a dieta é inadequada (NICODEMOS et al., 2000).

2.6.3 Magnésio

É o principal cátion intracelular e um essencial cofator para as reações enzimáticas das vias metabólicas. Extremamente importante para condução normal de impulsos nervosos, função muscular e formação mineral óssea. Enzimas como ATPases, quinases e fosfatases, necessitam do magnésio para a ativação (GOFF, 2004; COUNCIL, 2011). Está envolvido ainda em alguns processos bioquímicos e fisiológicos como a síntese de RNA, DNA e das proteínas (MARTENS & SCHWEIGEL, 2000). Seus limites fisiológicos encontram-se entre 1,8–2,3 mg/dL (KANEKO et al., 2008). Vale ressaltar que nenhum hormônio ou vitamina é responsável pela homeostase ou metabolismo deste mineral, e sua concentração plasmática é reflexo da dieta (NRC, 2001; GOFF, 2004) sendo o pasto a melhor fonte do magnésio. Contudo, para produção de um quilograma de leite a glândula mamária requer cerca de 120mg desse mineral, portanto quanto maior a produção de leite, maior será sua demanda (CASTRO et al., 2009).

Valores baixos de *Mg* apresentam sérias consequências para os ruminantes podendo levar inclusive a morte. A tetania por deficiência desse mineral e constitui uma doença de produção, geralmente causada pela baixa ingestão na dieta. É considerado hipomagnesemia, em ruminantes, casos com concentração sanguínea abaixo de 1,75 mg/dl, aparecendo sintomas com concentrações inferiores a 1,0 mg/dl. Como consequência pode desencadear hiperexcitabilidade, retenção de placenta, bem como anormalidade da digestão ruminal e diminuição da produção, predispondo ainda à febre do leite em vacas imediatamente após o parto, quando os níveis de *Mg* forem muito baixos, pois irão reduzir drasticamente a capacidade

de mobilização das reservas de *Ca* dos ossos (GONZÁLEZ & SILVA, 2008). Para avaliar se as concentrações de *Mg* estão em níveis indicados na dieta ou se está sendo absorvido adequadamente, seria utilizar amostras sanguíneas de algumas vacas 12 horas após o parto, o esperado é que elas apresentem índices acima de 2,0mg/dL (GOFF, 2006).

2.6.4 Sódio, Cloro e Potássio

Por serem macro minerais, são exigidos em concentrações maiores pelo organismo. Essas três variáveis apresentam várias funções, uma delas é a manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio acidobásico. Inclusive o *Na* e o *K* têm papel importante na condução e transmissão de impulsos nervosos, na função cardíaca e no transporte de nutrientes para dentro e fora das células (Bomba de sódio-potássio). A manutenção da concentração interna de sódio é controlada pelo hormônio antidiurético e aldosterona, agindo para equilibrar a relação *Na/K*. Já a aldosterona regula a reabsorção renal do sódio, enquanto o hormônio antidiurético é responsável pelas mudanças da pressão osmótica dos fluidos extracelulares. O sistema renina-angiotensina-aldosterona ajusta a reabsorção de *Na* (FERREIRA et al., 2005).

Quadros de deficiência de *Na* e *Cl* levam à perversão do apetite e redução da produção leiteira. O potássio é o principal cátion intracelular, sendo que suas funções estão correlacionadas especialmente ao sódio e ao cloro. Ele é importante no transporte de O_2 e CO_2 , necessário na transmissão de impulsos nervosos batimentos cardíacos, e ativador ou cofator de vários sistemas enzimáticos (FERREIRA et al., 2005). Este cátion, quando presente no fluido extracelular, está relacionado com o processo de excitação nervosa e muscular. Qualquer situação patológica que interfira com a absorção ou reabsorção deste eletrólito no rim ou situação que implique em perda de líquidos corporais ricos em potássio alteram sua concentração sérica. (GONZÁLEZ & SILVA, 2008). Em grande parte dos animais, seus valores dentro da célula é similar aos de sódio fora da célula, que é responsável por determinar o volume de líquido e a osmolaridade do plasma.

3. REFERÊNCIAS

1. AMBRUSTER, D. A. Fructosamine: structure, analysis, and clinical usefulness. **Clinical Chemistry**, v. 33, p. 2153-2163, 1989.
2. ARAUJO, Carolina Akiko Sato Cabral de. **Estudo comparativo do perfil metabólico e hormonal de ovelhas com gestação única, gemelar e não gestantes alimentadas com dieta de alta densidade energética**. 2009. Dissertação de Mestrado em Clínica Médica Veterinária. Universidade de São Paulo. 212p.
3. BASSETT, J. M.; MILLS, S. C.; REID, R. L. The influence of cortisol on glucose utilization in sheep. **Metabolism**, v. 15, n. 10, p. 922-932, 1966.
4. BEERDA, B. et al. Effects of milk production capacity and metabolic status on HPA function in early postpartum dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 7, p. 2094-2102, 2004.
5. BELL, Alan W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal of animal science**, v. 73, n. 9, p. 2804-2819, 1995.
6. BELL, Alan W.; BAUMAN, Dale E. Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation. **Journal of mammary gland biology and neoplasia**, v. 2, n. 3, p. 265-278, 1997.
7. BERGMAN, E. N. The pools of cellular nutrients: glucose. **Dynamic Biochemistry of Animal Production. World Animal Science A3 Netherlands**, p. 173-196, 1983.
8. BERGMAN, E. N. Distúrbios do metabolismo dos carboidratos e gordura. In: **DUKES Fisiologia dos Animais Domésticos**. SWENSON, M.J.; REECE, W.O. Guanabara Koogan. 11^a ed. 1996.
9. BERTIPAGLIA, Elaine Cristina Abaker et al. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 350-359, 2007.
10. BIRGEL JUNIOR, E. H. et al. Avaliação da influência da gestação e do puerpério sobre a função hepática de bovinos da raça Holandesa. **Ars Veterinária**, v. 19, n. 2, p. 172-178, 2003.
11. BROCKMAN, R. P. Roles for insulin and glucagon in the development of ruminant ketosis—a review. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 20, n. 5, p. 121, 1979.
12. CAI, Tian-Quan et al. Association between neutrophil functions and periparturient disorders in cows. **American Journal of Veterinary Research**, v. 55, n. 7, p. 934-943, 1994.
13. CALDEIRA, R. M. et al. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. **Small Ruminant Research**, v. 68, n. 3, p. 233-241, 2007.
14. CAMPOS, Rómulo et al. Indicadores do controle endócrino em vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a composição do leite. **Acta scientiae veterinariae**. Porto Alegre, RS. Vol. 33, n. 2 (2005), p. 147-153, 2005.

15. CASTRO, Dália; RIBEIRO, Carlos; SIMÕES, João. Medicina da produção: monitorização do balanço energético negativo (BEN) em vacas leiteiras. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 10, n. 4, p. 1-11, 2009.
16. CHAMBERLAIN, A. T.; WILKINSON, J. M. **Feeding the dairy cow**. Lincoln: Chalcombe, 1996. 241p.
17. CHAPINAL, N. et al. The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 10, p. 4897-4903, 2011.
18. CONTRERAS, P. et al. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: UFRGS**, p. 23-30, 2000.
19. CORRÊA, M. N.; GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, SC da. Transtornos metabólicos nos animais domésticos. **Editora e Gráfica Universitária, Pelotas. 520p. [Links]**, 2010. p. 252.
20. DEGARIS, Peter J.; LEAN, Ian J. Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. **The Veterinary Journal**, v. 176, n. 1, p. 58-69, 2008.
21. DRACKLEY, James K. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier. **Journal of dairy science**, v. 82, n. 11, p. 2259-2273, 1999.
22. 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.
23. DUFFIELD, T. F.; LEBLANC, S. J. Interpretation of serum metabolic parameters around the transition period. In: **Southwest Nutrition and Management Conference**. 2009. p. 106-114.
24. DUFFIELD, T. F. et al. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 2, p. 571-580, 2009.
25. ENEMARK, Jörg Matthias Dehn; JORGENSEN, Rolf Jess; KRISTENSEN, Niels Bastian. An evaluation of parameters for the detection of subclinical rumen acidosis in dairy herds. **Veterinary research communications**, v. 28, n. 8, p. 687-709, 2004.
26. FACÓ, Olivardo et al. Análise do desempenho produtivo de diversos grupos genéticos Holandês x Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 1944-1952, 2002.
27. FEITOSA, F. L.; BIRGEL, E. H. Variação da concentração de imunoglobulinas G e M, de proteína total e suas frações eletroforéticas e da atividade da gamaglutamiltransferase no soro sanguíneo de vacas holandesas, antes e após o parto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 2, p. 111-6, 2000.
28. FERGUNSON, J. D.; CHALUPA, R. Symposium: interactions of nutrition and reproduction. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 3, p. 746-766, 1989.
29. FERREIRA, P. M. et al. **Doenças carências e suplementação mineral**. Escola de Veterinária de UFMG. Centro de Extensão, abril, 2005 (apostila).

30. FORSBERG, Neil E. Recent insights into ruminant immune function: effects of stress and immunostimulatory nutritional products. In: **Proceedings of the Florida Ruminant Nutrition Symposium. Gainesville, FL. 2004.** p. 81-92.
31. FRIGOTTO, Tiago André et al. Parâmetros metabólicos sanguíneos de vacas leiteiras de alta produção no período de transição. **Ciência Animal Brasileira**, v. 1, p. 99-105, 2009.
32. FRIGOTTO, T. A. **Monitoramento clínico e produtivo de vacas leiteiras no período de transição.** 2010. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 61p.
33. GASTEINER, J.; EINGANG, D.; SONNLEITNER, L.; et al. **Hitzestress bei milchkühen unterweide bedingungen.** Bautagung Raumberg. p. 83-88, 2007.
34. GARCIA-BOJALIL, C. M. et al. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: productive responses. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 5, p. 1385-1395, 1998.
35. 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, 1996.
36. GOFF, Jesse P. Macromineral disorders of the transition cow. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 20, n. 3, p. 471-494, 2004.
37. GOFF, J. P. Digestão, Absorção e Metabolismo – Minerais. Cap. 35. In _____ DUKUES: **Fisiologia dos Animais Domésticos.** 12º ed. Rio de Janeiro: Guanabara, Koogan, p 532. 2006.
38. GONZÁLEZ, F. H. D. O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. **Arquivos da Faculdade de Veterinária da UFRGS**, v. 25, n. 2, p. 13-33, 1997.
39. GONZÁLEZ, Félix HD; ROCHA, J. A. Metabolic profile variations and reproduction performance in Holstein cows of different milk yields in southern Brazil. **Arquivo da Faculdade de Veterinária da UFRGS**, v. 26, p. 52-64, 1998.
40. GONZÁLES, F. H. D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLES, F.H.D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. (Eds). **Perfil metabólico em Ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 63-74, 2000.
41. GONZÁLEZ, Félix HD; SCHEFFER, Jean FS. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, FH D et al. **Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite e urina).** Arquivos do 29º Congresso Nacional de Medicina Veterinária, Gramado, RS. 2002. p. 5-17.
42. GONZÁLES, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. (2003) Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In GONZÁLES, F.H.D.; CAMPOS, R. (Eds). **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil.** Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 73-89.
43. GONZÁLEZ, Félix H. Diaz; DA SILVA, Sérgio Ceroni (Ed.). **Patologia clínica veterinária: texto introdutório.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 342 p.

44. GRUNET, E. et al. Efeitos do meio ambiente e a nutrição sobre a reprodução. In: _____ **Patologia e clínica da reprodução dos animais mamíferos domésticos: ginecologia**. São Paulo: Varela, p. 127 – 133. 2005.
45. GRUMMER, Ric R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. **Journal of animal science**, v. 73, n. 9, p. 2820-2833, 1995.
46. GRUMMER, R. R. Monitoramento de desordens metabólicas periparto. **Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos**. Uberlândia, MG, p. 35-42, 2002.
47. HERDT, Thomas H. Variability characteristics and test selection in herdlevel nutritional and metabolic profile testing. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 16, n. 2, p. 387-403, 2000.
48. HOLTENIUS, K. et al. Effects of feeding intensity during the dry period. 2. Metabolic and hormonal responses. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 3, p. 883-891, 2003.
49. HORST, R. L. et al. Strategies for Preventing Milk Fever in Dairy Cattle 1, 2. **Journal of dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1269-1280, 1997.
50. HUZZEY, J. M. et al. Prepartum behavior and dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 7, p. 3220-3233, 2007.
51. INGVARTSEN, Klaus Lønne; 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, p. 277-308, 2003.
52. IBGE - **Pesquisa Pecuária Municipal**. Garanhuns – PE. Disponível em < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl1.asp?c=74&z=p&o=27&i=P> > acesso no dia 05 de novembro de 2015.
53. INGRAHAM, R. H.; KAPPEL, L. C. Metabolic profile testing. **The Veterinary Clinics of North America: food animal Practice**, v. 4, n. 2, p. 391-409, 1988.
54. JENSEN, Asger Lundorff; PETERSEN, Mogens B.; HOUE, Hans. Determination of the fructosamine concentration in bovine serum samples. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v. 40, n. 1-10, p. 111-117, 1993.
55. JOHNSON, Roger N.; METCALF, Patricia A.; BAKER, John R. Fructosamine: a new approach to the estimation of serum glycosylprotein. An index of diabetic control. **Clinica Chimica Acta**, v. 127, n. 1, p. 87-95, 1983.
56. KADZERE, C. T. et al. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock production science**, v. 77, n. 1, p. 59-91, 2002.
57. KEYSERLINGK, M. A. G.; WEARY, D. M. Conforto e Bem-estar de vacas em período de transição. **Revista leite integral**, Piracicaba – SP, nº73, ano 9, p. 8 – 18, abril, 2015.

58. KIDA, Katsuya. Relationships of metabolic profiles to milk production and feeding in dairy cows. **Journal of veterinary medical science**, v. 65, n. 6, p. 671-677, 2003.
59. KOSLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002.
60. KUNZ, P. L. et al. Effects of different energy intakes before and after calving on food intake, performance and blood hormones and metabolites in dairy cows. **Animal Production**, v. 40, n. 02, p. 219-231, 1985.
61. LAGO, Ernani Paulino et al. Parâmetros Metabólicos em vacas leiteiras durante o período de transição pós-parto. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 11, n. 1-2, p. 98-103, 2004.
62. LARSEN, Torben; MØLLER, G.; BELLIO, R. Evaluation of clinical and clinical chemical parameters in periparturient cows. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 7, p. 1749-1758, 2001.
63. LARSON, B. L.; KENDALL, K. A. Protein production in the bovine. Daily production of the specific milk proteins during the lactation period. **Journal of dairy science**, v. 40, n. 4, p. 377-386, 1957.
64. LEBLANC, S. Monitoramento e prevenção de doenças em vacas leiteiras em transição. **Revista leite integral**, Piracicaba – SP, n°73, ano 9, p. 38 – 47, abril, 2015.
65. LEBLANC, 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, 2006.
66. MARTENS, Holger; SCHWEIGEL, Monika. Pathophysiology of grass tetany and other hypomagnesemias: implications for clinical management. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 16, n. 2, p. 339-368, 2000.
67. **National Research Council, Nutritional requirements of dairy cattle**. Washington: National Academy Press, 2001.
68. NICODEMO, Maria Luiza Franceschi et al. Uso de parâmetros ósseos, plasmáticos e fecais na determinação da deficiência de fósforo em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 840-847, 2000.
69. NATH, H. C. et al. Serum cholesterol and protein in pre, peri and postpartum cows. **Indian veterinary journal**, v. 82, n. 5, p. 519-521, 2005.
70. NEIVA, J.N.M; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santas Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004.
71. OETZEL, Garrett R. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. **Veterinary clinics of North America: Food animal practice**, v. 20, n. 3, p. 651-674, 2004.
72. DE OLIVEIRA–UFRPE, Victor Pereira; DE OLIVEIRA–COLÉGIO, Maria Helena P.; SOFIA, Santa. UM RECORTE NO AGRESTE PERNAMBUCANO: DIVERSIDADE, RIQUEZA E PROBREZA EM GARANHUNS E MUNICÍPIOS VIZINHOS. Disponível <

<http://www.uff.br/vsinga/trabalhos/Trabalhos%20Completo/Victor%20Pereira%20de%20Oliveira.pdf>. > Acesso: 31 de março (2016).

73. PAYNE, J. M.; PAYNE, S. **The metabolic profile**. 1° ed. Oxford: Oxford University Press, 1987. 179 p.
74. PEIXOTO, L. A. O.; OSÓRIO, M. T. M. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 299-304, 2007.
75. POGLIANI, Fabio Celidonio. **Valores de referência e influência dos fatores etários, sexuais e da gestação no lipidograma de bovinos da raça Holandesa, criados no Estado de São Paulo**. 2006. 134p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo.
76. POGLIANI, Fabio Celidonio et al. Influência da gestação e do puerpério no lipidograma de bovinos da raça holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 2, p. 273-280, 2010.
77. PULLEN, David L.; PALMQUIST, D. L.; EMERY, R. S. Effect on days of lactation and methionine hydroxy analog on incorporation of plasma fatty acids into plasma triglycerides. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 1, p. 49-58, 1989.
78. RADOSTITS, E. M.; GAY C. C.; BLOOD D. C.; HINCHCLIFF K. W. 2000. **Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats**. 9ª ed. London: Saunders, p.1981, 2000.
79. REGNAULT, Timothy RH et al. Glucose-stimulated insulin response in pregnant sheep following acute suppression of plasma non-esterified fatty acid concentrations. **Reproductive Biology and Endocrinology**, v. 2, n. 1, p. 64, 2004.
80. 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.
81. REYNOLDS, C. K. et al. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. **Journal of dairy science**, v. 86, n. 4, p. 1201-1217, 2003.
82. ROBERTS, T. et al. Metabolic parameters in transition cows as indicators for early-lactation culling risk. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 6, p. 3057-3063, 2012.
83. RODRIGUES, R.; GONZALÉS, F. H. D. **Distúrbios do Metabolismo do Cálcio: Hipocalcemia puerperal e Eclampsia – Seminário da Disciplina Bioquímica do Tecido Animal**.2004.Disp.em:http://www6.ufrgs.br/bioquimica/posgrad/TMAD/disturbios_calcio.pdf Acesso em 12/02/2013.
84. ROWLANDS, G. L. A review of variations in the concentrations of metabolites in the blood of beef and dairy cattle associated with physiology, nutrition and disease, with particular reference to the interpretation of metabolic profiles. **World Review of Nutrition and Dietetics**, v. 35, p. 172-235. 1980.

85. SANTOS, J. E. P. Importância da alimentação na reprodução de fêmeas bovina. In: **I Workshop sobre reprodução animal. Pelotas: EMBRAPA, 2000, cap. 1 p. 07-82.**
86. SAUT, João Paulo Elsen. **Influência do puerpério e da retenção dos anexos fetais no proteinograma de fêmeas bovinas da raça Holandesa, criadas no Estado de São Paulo.** 2008. 116p Tese (Doutorado Medicina Veterinária) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo.
87. SCHWALM, J. W.; SCHULTZ, L. H. Relationship of insulin concentration to blood metabolites in the dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v. 59, n. 2, p. 255-261, 1976.
88. SHUSTER, D. E.; LEE, E. K.; KEHRLI JR, M. E. Bacterial growth, inflammatory cytokine production, and neutrophil recruitment during coliform mastitis in cows within ten days after calving, compared with cows at midlactation. **American Journal of Veterinary Research**, v. 57, n. 11, p. 1569-1575, 1996.
89. SOUZA, R. M.; BIRGEL JUNIOR, E. H.; AYRES, M. C. C.; BIRGEL, E. H. Influência dos fatores raciais na função hepática de bovinos da raça Holandesa e Jersey. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.41, n. 5; 2004.
90. SOUZA Regiane Machado de. **Avaliação da função hepática e do lipidograma no período puerperal e pós-puerperal e suas inter-relações com os distúrbios reprodutivos de fêmeas bovinas da raça Holandesa, criadas no Estado de São Paulo.** 2005. Dissertação de Mestrado em Clínica Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 192p.
91. SOUZA JÚNIOR, J. A. et al. Efeito da adição de monensina ou propilenoglicol na dieta de vacas leiteiras no periparto sobre concentrações séricas de minerais. In: **Anais 9º Congresso Brasileiro de Buiatria, Goiânia, GO.** 2011. p. 636-639.
92. SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos.** 11 ed. Rio e Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, 865p.
93. SYKES, A. R.; THOMPSON, R. The relationship between serum albumin concentration and body protein loss in pregnant sheep. **The Journal of Agricultural Science**, v. 91, n. 01, p. 173-179, 1978.
94. THRALL, M. A.; WEISER, G.; ALLISON, R. W.; et al. **Veterinary hematology and clinical chemistry.** 2. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2012. 776p.
95. THRALL, M. A.; BAKER, D. C.; CAMPBELL, T. W.; DENICOLA, D.; FETTMAN, M. J.; LASSEN, E. D.; REBAR, A.; WEISER, G. 2006. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária.** 1ª ed. Roca: São Paulo, 582p.
96. VAZQUEZ-AÑÓN, M.; BERTICS, S.; LUCK, M.; GRUMMER, R. R. & PINHEIRO, J. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in Dairy Cows. **Journal Dairy Science**, v. 77, n. 6, p. 1521-1528. 1994.
97. VERNON, R. G. The partition of nutrient during the lactation cycle. In GARNSWORTHY, P. C. **Nutrition and lactation in dairy cow.** London: Butterworths, 1988. p.32 – 52.

98. WITTEWER F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: _____ **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pp. 9-22. 2000.
99. VALLE, E. R. do; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L.R.L. de S. **Estratégias para aumento da eficiência reprodutiva e produtiva em bovinos de corte**. Campo Grande: EMBRAPA-NPGC, 80p. 1998. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 71).
100. ZAMBRANO, W. J. & MARQUES JÚNIOR, A. P. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras do pré-parto ao quinto mês da lactação. **Zootecnia Tropical**, v. 27, p. 475-488. 2009.

4. ARTIGOS CIENTÍFICOS

4.1 Influência da sazonalidade sobre o perfil metabólico e hormonal de vacas Girolandas antes e após o parto ¹

Alonso P. Silva Filho², Carla Lopes Mendonça³, Rodolfo José Cavalcanti Souto³, Rafael José da Silva⁴, Pierre Castro Soares⁵, José Augusto B. Afonso³

RESUMO

Objetivou-se analisar o perfil metabólico e hormonal de vacas leiteiras híbridas durante o final da gestação e início da lactação em duas épocas climáticas distintas. Utilizou-se 20 fêmeas Girolandas, distribuídas em dois grupos, composto de 10 animais para cada época do ano (G1 – chuva, G2 – seca). O delineamento experimental foi compreendido pelos seguintes momentos: 60 dias antes do parto (60DAP), 40DAP, 20DAP, 10DAP, dia do parto, e 10 dias pós-parto (10DPP), 20DPP, 40DPP, 60DPP. Analisou-se os metabólitos hormonais (insulina e cortisol), energéticos (glicose, *AGNEs* e β -hidroxibutirato), proteicos (proteína total, albumina, globulina e ureia) e minerais (*CaT*, *P*, *Mg*, *K*, *Na* e *Cl*). As variáveis estudadas foram interpretadas por meio de análise de variância ao nível de 5% de probabilidade. A insulina e o cortisol apresentaram comportamentos similares, cujos maiores valores foram observados no momento do parto, verificou-se ainda, efeito de grupo, em que a época de estiagem revelou valores inferiores. Os níveis de glicose, proteínas totais, albumina, globulina e ureia do G2, também foram menores ao longo do experimento, o que caracterizou um manejo nutricional insuficiente e em consequência, as concentrações de β -hidroxibutirato desse grupo foram superiores aos do G1. Entretanto, os valores do cálcio total, magnésio e cloro do G1 foram inferiores ao G2, especialmente, no período pós parto devido a maior produção de leite, o que refletiu por uma maior demanda por esses minerais. Conclui-se que houve efeito da sazonalidade, caracterizada pela escassez na oferta de alimentos de qualidade durante a estiagem, refletindo em um balanço energético negativo mais intenso.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: β -hidroxibutirato, minerais, proteínas, hormônio, vacas

¹ Recebido em

Aceito para publicação em

² Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Rua Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900, Brasil. *Autor para correspondência: alonsopsfilho@yahoo.com.br

³ Clínica de Bovinos de Garanhuns, UFRPE, Cx. Postal 152, Garanhuns, PE.

⁴ Mestrando do programa Pós-Graduação de Sanidade e Reprodução de Ruminantes da Unidade Acadêmica de Garanhuns/UFRPE.

⁵ Professor do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the metabolic and hormonal profile from healthy dairy cows during late pregnancy and early lactation in two distinct climatic seasons. It used 20 Girolanda females, divided into two groups consisting of 10 animals for each seasons (G1-rain, G2-dry). The experimental design was comprised of the following times: 60 days before delivery (60DBD) 40 DBD, 20DBD, 10DBD, parturition day, and 10 days postpartum (10DPP) 20DPP, 40DPP, 60DPP. We analyzed hormone metabolites (insulin and cortisol), energy (glucose, *NEFA* and BHB), protein (total protein, albumin, globulin and urea) and minerals (*CaT*, *P*, *Mg*, *K*, *Na* and *Cl*). The variables studied were interpreted by analysis of variance at 5 % probability. Insulin and cortisol showed similar behavior, higher values were observed at birth, there was still, group effect, where the dry season showed lower values. Glucose levels, total protein, albumin, globulin and urea G2, were also lower during the experiment, which featured an insufficient nutritional management and consequently the β -hydroxybutyrate concentrations of this group were higher than the G1. However, the values of total calcium, magnesium and chlorine G1 were lower than G2, especially in the post-partum period due to higher milk production, which resulted in an increased demand for these minerals. It was concluded that there was effect of seasonality, characterized by a shortage in the supply of quality food during the dry season, resulting in a negative energy balance more intense.

INDEX TERMS: β -hydroxybutyrate, minerals, protein, hormone, cows

INTRODUÇÃO

Nos últimos 12 anos, o Brasil aumentou a produção leiteira em aproximadamente 54%, atingindo marca histórica de 35,2 bilhões de litros e alcançando a quinta posição no ranking mundial. Neste contexto, Pernambuco ocupa a décima posição nacional, estando a bacia leiteira localizada no Agreste Pernambucano, que é responsável por 73% da produção do estado, sendo a pecuária leiteira, atividade local de destaque, do ponto de vista econômico e social, gerando grandes benefícios para a região (IBGE, 2015). Esse aumento se deve, entre outros fatores, a melhoria da qualidade genética dos rebanhos e conseqüente reflexo positivo na produtividade. Em decorrência disto, surgem severos desafios metabólicos para o organismo animal, em que o final da gestação e início de lactação representam o período de maior alteração no metabolismo das vacas, em virtude da alta demanda nutricional para atender o desenvolvimento fetal e a lactogênese (INGVARTSEN et al., 2003; LEBLANC et al., 2006).

Diante disso, o estudo dos indicadores bioquímicos ganharam importância nos últimos anos, principalmente relacionado às doenças no periparto (DUFFIELD et al., 2009; CHAPINAL et al., 2011; ROBERTS et al., 2012). O perfil metabólico é a ferramenta laboratorial que analisa um conjunto de constituintes sanguíneos, úteis para auxiliar no diagnóstico. Podendo ser utilizado em ruminantes para monitorar a adaptação metabólica e definir desequilíbrios da homeostase de nutrientes, além de identificar as causas associadas aos transtornos nutricionais e/ou metabólicos (GONZÁLEZ, 2000; CALDEIRA et al., 2007). Portanto, refletem de modo fiel o metabolismo dos animais, informando sobre as principais reações anabólicas e catabólicas relacionadas com energia, proteínas, hormônios e minerais (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2002; DUFFIELD & LE BLANC, 2009).

O comportamento metabólico pode ser influenciado por diversos fatores, como o manejo nutricional e sanitário, o período de transição, a lactação, as condições ambientais, além da sazonalidade, a qual pode alterar a composição sanguínea do gado leiteiro, especialmente nos períodos de estiagem, em decorrência de uma nutrição deficiente (ROWLANDS et al., 1975). Estas situações agem em conjunto, na maioria das vezes, e vão interferir nos mecanismos de homeostase dos animais, comprometendo a produção e reprodução do rebanho (CONTRERAS, 2000; DUFFIELD & LE BLANC, 2009).

A região estudada é caracterizada por duas estações climáticas bem definidas, uma com o período de chuva e outra de estiagem, situação esta que pode colocar em risco o mecanismo de adaptação das vacas durante o período de transição, intensificando os desafios ao metabolismo dos animais. Com isso, objetivou-se analisar o perfil metabólico e hormonal de vacas leiteiras híbridas durante o final da gestação e início da lactação em duas épocas climáticas distintas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento teve seus procedimentos aprovados pela Comissão de Ética no uso de animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEUA/UFRPE, licença nº 107/2014, de acordo com as normas do COBEA e *National Institute of Health Guide for Care and Use of Laboratory Animals*. O delineamento ocorreu entre os meses de agosto de 2012 a julho de 2013, em uma propriedade leiteira localizada no município de Garanhuns, Agreste Pernambucano, nos eixos latitude 08°53'25''S e longitude 36°29'34''W, a 842 metros de altitude. Neste momento, os índices pluviométricos no período de chuva foram de 596,7 milímetros e no período da seca de 40 milímetros (INMET, 2015).

O rebanho era composto por 193 vacas, sendo 142 em lactação, criadas em regime semintensivo. Foram selecionadas 20 vacas híbridas, distribuídas por amostragem probabilística em dois grupos com 10 animais cada, estudados durante o período da chuva (G1) e da estiagem (G2). As fêmeas Girolanda com grau de sangue variando entre $\frac{3}{4}$ e $\frac{5}{8}$ Holandês-Zebu, encontravam-se entre a segunda e quinta lactação, com histórico de produção médio de 25 litros por dia e escore de condição corporal de 3,0 a 3,5 no início do experimento.

Os animais do G1 tinham previsão de parto entre os meses de abril a setembro (período de chuva na região) e os do G2 entre os meses de outubro a março (período de estiagem). Foram alimentadas com dieta total (soja, cevada, palma e silagem de milho), a qual foi formulada de acordo com as exigências da categoria em peso vivo e produção de leite/animal/dia conforme recomendação do NRC (2001), misturados em um vagão forrageiro e fornecidos no cocho duas vezes por dia, além de sal mineral e água *ad libitum*.

É importante destacar que as vacas imediatamente após a secagem, 60 dias antes do parto, eram conduzidas para um pasto reservado até completarem 30 dias para a data prevista do parto, onde se alimentavam apenas de pastagem (*Brachiaria decubens*), sal mineral e água *ad libitum*. Nos últimos 30 dias que precedia o parto eram conduzidas para o piquete maternidade e passavam a receber, além do pasto, ração total (soja, cevada, palma e silagem de milho), sal mineral e água *ad libitum*, de acordo com as recomendações do NRC (2001) para esta categoria. O acompanhamento clínico dos animais foi realizado diariamente, durante todo o experimento, conforme Dirksen et al. (1993).

O delineamento experimental foi compreendido pelos seguintes períodos: 60 dias antes do parto (-60DAP), -40DAP, -20DAP, -10DAP, dia do parto, e 10 dias pós-parto (10DPP), 20DPP, 40DPP, 60DPP, totalizando nove momentos de avaliação.

As amostras de sangue foram colhidas mediante a punção da veia jugular, utilizando-se agulhas 25x8mm e tubos siliconizados tipo *vacutainer*® sem anticoagulante e outro com (fluoreto de sódio) para determinação da glicose. Posteriormente, esse material foi centrifugado por um período de dez minutos a 3.500 RPM, e em seguida acondicionou-se as alíquotas do soro e do plasma em tubos tipo *Eppendorf* em ultra freezer (-80°C).

O perfil metabólico foi avaliado por meio das variáveis correspondentes ao perfil energético (ácidos graxos não esterificados-AGNEs⁶, *Betahidroxibutirato*-BHB⁷ e *glicose*⁸),

⁶ Randox NEFA Ref FA115, Laboratories Ltd

⁷ BHB/Rambut Randox Ref RB1008, Laboratories Ltd

⁸ Glicose PAP Liquiform, Labtest Diagnóstica S.A.

perfil proteico (*ureia*⁹, *proteína total-PT*¹⁰, *albumina*¹¹ e globulina), perfil mineral (*cálcio total-CaT*¹², *fósforo-P*¹³, *magnésio-Mg*¹⁴, e o *cloro-Cl*¹⁵), determinados em analisador bioquímico semiautomático¹⁶, e o perfil hormonal (*insulina*¹⁷ e *cortisol*¹⁷), pelo método eletroquimioluminescência¹⁸, bem como os íons *sódio* (Na)¹⁹ e o *potássio* (K)¹⁹.

O delineamento experimental foi de parcela subdividida, tendo como parcela os período sazonal (chuva e seca) e como sub-parcelas o período de gestação, dentro de cada parcela, correspondendo as coletas nos períodos do pré-parto, parto e pós-parto. As variáveis estudadas foram interpretadas por meio de análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se pacote computacional SAS (2009). Contrastes de médias foram comparadas aplicando-se a diferença mínima significativa (d.m.s.) do teste de Student–Newman-Keuls. As variáveis estudadas foram representadas por médias e desvios padrão. Realizou-se, também, análise de correlação de Pearson para verificar o grau de relação entre pares de variáveis ao nível de 5 % de probabilidade. A significância obtida na correlação foi feita segundo Little e Hills (1978).

RESULTADO

Perfil hormonal

Os hormônios insulina e cortisol apresentaram comportamento similares, observando, em ambos, efeito de momento ($P < 0,05$), sendo verificados valores mais elevados destas variáveis no momento do parto (tabela 1, quadro 1), assim como efeito de grupo ($P < 0,001$), ou seja, no período de estiagem os animais do G2 apresentaram valores inferiores de insulina e cortisol.

Perfil energético

Com relação ao perfil energético, a *glicose* atingiu sua maior concentração no dia do parto em ambos os grupos (G1 $81,73 \pm 25,6$ mg/dL; G2 $67,81 \pm 17,1$ mg/dL), divergindo ($P < 0,05$) dos momentos pré e pós parto, cujos menores valores foram constatados nos últimos períodos estudados. Observou-se ainda, diferença ($P < 0,05$) entre os grupos, nos quais a época da

⁹ Ureia CE Ref 27-500, Labtest Diagnóstica S.A

¹⁰ Proteínas Totais Ref 99-250 Labtest Diagnóstica S.A.

¹¹ Albumina Ref 19-1/250, Labtest Diagnóstica S.A.

¹² Cálcio Liquiform Ref 90-2/60, Labtest Diagnóstica S.A.

¹³ Fósforo UV Liquiform Ref 12-200, Labtest Diagnóstica S.A.

¹⁴ Magnésio Ref 50-200, Labtest Diagnóstica S.A.

¹⁵ Cloretos Ref 49, Labtest Diagnóstica S.A.

¹⁶ Bioplus 2000

¹⁷ Kits comerciais de Cortisol e Insulina Cobas – Roche

¹⁸ Beckman coulter

¹⁹ Roche Mod. 9180, Electrolyte Analyzer, SnapPak Ref 03112349, Cobas Diagnostics

estiagem apresentou valores mais baixos ao longo do experimento. Ao analisar os *AGNEs*, constatou-se que houve diferença ($P < 0,05$) entre os momentos, em que as concentrações mais elevadas foram verificados no período 40DAP, para os grupos G1 ($1,12 \pm 0,3$ mmol/L) e G2 ($1,17 \pm 0,3$ mmol/L). Contudo, não houve diferença entre os grupos. Na avaliação do BHB verificou-se que existiu efeito de momento ($P < 0,05$) nos grupos G1 e G2, observando os níveis mais altos, também no período de 40DAP ($0,52 \pm 0,1$ mg/dL; $0,53 \pm 0,2$ mg/dL) respectivamente. Ao observar o efeito de grupo, constatou-se que houve diferença ($P < 0,05$) entre eles, destacando os maiores valores na época da estiagem ao longo do experimento (tabela 1, quadro 1).

Perfil proteico

Avaliando a condição proteica dos animais estudados, notou-se que houve efeito de momento ($P < 0,05$) para a variável *proteína total* em ambos os grupos, nos quais, os valores mais baixos foram percebidos no dia do parto (G1 $7,38 \pm 0,8$ g/dL e G2 $6,91 \pm 0,8$ g/dL). Constatou-se, também, que houve diferença ($P < 0,05$) entre os grupos, em que os animais do período de seca apresentaram níveis inferiores. A *albumina* demonstrou efeito de momento ($P < 0,05$), cujos valores mais baixos foram verificados no momento 10DPP no G1 $2,70 \pm 0,1$ g/dL e no G2 $2,62 \pm 0,2$ g/dL. Assim como a albumina, a globulina demonstrou diferença ($P < 0,002$) entre os momentos, nos dois grupos, observando os menores valores durante o período do parto. Com relação ao efeito de grupo, não foi averiguada diferença ($P > 0,05$) entre eles. Ao analisar a ureia, percebeu-se que houve diferença ($P < 0,05$) entre momentos apenas no G1, cujos índices mais elevados foram observados no pré-parto e parto. Verificou-se, ainda, diferença ($P < 0,05$) entre os grupos, em que a época de estiagem revelou valores inferiores (tabela 1, quadro 1).

Perfil mineral

Estudando o perfil mineral das vacas leiteiras, observou-se que o *CaT* e *P* apresentaram efeito de momento ($P < 0,05$) nos grupos G1 e G2, destacando-se que houve uma redução nos seus valores a partir do parto (G1 $7,76 \pm 0,6$ mg/dL e G2 $8,42 \pm 1,0$ mg/dL; G1 $5,26 \pm 1,0$ mg/dL e G2 $5,78 \pm 0,6$ mg/dL) respectivamente, porém os níveis de *CaT* permaneceram baixos até os 60DPP, já o *P* restabeleceu seus níveis aos valores iniciais na última coleta. Com relação ao comportamento do *Mg*, notou-se que houve diferença ($P < 0,05$) entre os momentos apenas no G2, em que foi verificado valores mais elevados a partir do parto. Analisando o efeito de grupo dessas variáveis não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre eles para o *P*, entretanto houve

efeito de grupo ($P < 0,05$) para o *CaT* e *Mg*, em que as vacas do G2 apresentaram valores mais elevados para essas variáveis (tabela 2, quadro 2).

Ao avaliar os íons *Na* e *K* observou-se que houve diferença entre os momentos ($P < 0,05$) apenas no sódio do G2, revelando seus menores valores após o parto até os primeiros 40DPP. Entretanto, não foi observado diferença ($P > 0,05$) entre os grupos para essas variáveis. Já o ânion *Cl*, apresentou efeito de momento ($P < 0,05$) apenas no G1 sinalizando o maior valor ($113,07 \pm 3,3$ mEq/L) no instante do parto, demonstrando ainda diferença ($P < 0,05$) entre os grupos, destacando o G1 com as menores concentrações ao longo do experimento (tabela 2, quadro 2).

Os coeficientes de correlação dos metabólicos sanguíneos estudados, que apresentaram importância biológica foram os *AGNEs* com o *BHB*, de forma moderada e positiva ($r = 0,39$) apenas no G2, caracterizando que houve mobilização energética maior no período de estiagem. Entre a insulina e o cortisol, também existiu relação moderada e positiva no G1 ($r = 0,48$) e no G2 ($r = 0,37$).

DISCUSSÃO

Perfil hormonal

Quanto a dinâmica da insulina e cortisol, na qual se mostraram análogos, demonstrando uma correlação moderada e positiva, mais intensa no momento do parto, é ratificada com a literatura, que este momento como o instante de maior elevação desses hormônios, sendo reflexo de um sistema homeostático, em que há um ajuste regulatório no mecanismo gliconeogênico (INGVARTSEN et al., 2003; NIKOLIC et al., 2003; LAGO et al., 2004). Beerda et al. (2004) e Fosberg (2004) relacionam o aumento do cortisol, a uma situação de estresse vivenciada pela vaca, durante o período de transição, mais intenso no parto, acrescentando ainda, que este hormônio apresenta função importante, estimulando a produção de energia a partir de tecido adiposo e aminoácidos, aumentando dessa forma a glicemia e conseqüentemente os níveis de insulina (HOLTENIUS & HJOTR, 1988), situação esta observada neste estudo. Bell & Bauman (1997) destacaram que, como a estratégia metabólica, há maior resistência periférica à insulina para priorizar o suprimento de glicose em detrimento de alguns órgãos para outros como a placenta, o feto, a produção de lactose e o desencadeamento do parto. De acordo com Nikolic et al. (2003) o nível do cortisol se mantém alto no pós-parto em decorrência da grande exigência produtiva, uma vez que desenvolve uma função neoglicogênica. Esse aumento da produção ocorre quando existe situação favorável em termos de disponibilidade de forragem de qualidade, conforme observou-se neste trabalho no período das chuvas.

Perfil energético

No comportamento dos metabólitos sanguíneos das 20 vacas híbridas acompanhadas, foi possível identificar mobilização energética ao longo do período estudado, através dos níveis de *AGNEs* e de *BHB*, que foram mais intensos no pré-parto e parto, sendo o *BHB* mais elevado na estiagem. Esta situação ocorreu mais especificamente no momento 40DAP, no qual a alimentação ofertada era mais precária, e as diferenças encontradas entre os momentos é justificada por esta condição. Conforme Bell (1995), Grummer (1995), González (2000) e Baumgard et al. (2006) relataram que a intensidade do balanço energético negativo (BEN) é reflexo do aumento das exigências nutricionais atrelada ao manejo nutricional insuficiente, conforme foi observado em um momento específico (40DAP) deste estudo. Contudo, ocorrem eventos adaptativos no organismo animal, que apresentam mudanças fisiológicas, endocrinológica, anatômica e comportamentais, que podem ser severas quando o manejo nutricional é negligenciado e não supri as exigências de manutenção e produção (HEAD & GULAY, 2001). Estas adaptações foram abordadas por Bauman & Currie (1980) que definiram a homeorrese como sendo mudanças coordenadas pelo metabolismo de tecidos corporais, que são necessárias para dar suporte a um determinado momento de ajuste. Embora os animais desse estudo tenham passado por este período de BEN, mais intensos na época de estiagem, foram capazes de suprir suas necessidades, não apresentando transtornos metabólicos.

A literatura relata que a concentração desses metabólicos representam o reflexo da magnitude da mobilização, que começa a aumentar alguns dias antes do parto, devido mudanças endocrinológicas e pela restrição energética resultante da diminuição da ingestão da matéria seca, sobretudo da qualidade e quantidade da dieta disponível (LEBLANC et al., 2005; LEBLANC, 2010). Os níveis de *AGNEs*, ao longo de todos os momentos, estavam acima dos aceitáveis, que é de 0,50 mmol/L, conforme recomenda Leblanc et al. (2005) e Roberts et al., (2012). Contudo, apesar dos expressivos aumentos de *AGNEs*, os animais estudados não apresentaram desordens metabólicas. Esse fato deve estar associado a capacidade adaptativa dessas vacas mestiças e de sua produtividade leiteira elevada (média de 25 L/dia/vaca). Portanto, Grummer (2002) relata que a determinação dos seus níveis no pré-parto, é uma importante ferramenta na previsão da mobilização das reservas corporais, em detrimento da alta demanda energética nesta fase, situação esta, que permite a detecção precoce de vacas com maiores riscos para o desenvolvimento de transtornos associados ao BEN.

Alguns trabalhos realizados no Brasil relataram valores de *BHB* abaixo de 0,40 mmol/L no pré-parto e concentração média variando entre 0,40 mmol/L a 0,62 no pós parto (ALVARENGA et al., 2015). Moreira (2013) descreveu variação média de *BHB* no pré-parto

de 0,41 mmol/L e no pós-parto 0,68 mmol/L, como também Oliveira et al. (2014) que encontraram valores mais elevados no pós parto. Tais achados diferem do encontrado neste estudo, no qual foi possível detectar os maiores valores no pré-parto, sobretudo dos animais acompanhados no período de estiagem da região. Estas diferenças se devem provavelmente a práticas de manejo e ao plano nutricional.

Ao avaliar a diferença entre grupos para o *BHB*, destacando os maiores valores para os animais do período de estiagem, caracterizando um baixo déficit energético. Entretanto, apesar disso seus valores encontraram-se dentro da normalidade para espécie. Com relação a comparação entre as épocas de verão e inverno, Moreira (2013) não observou efeito da sazonalidade entre os grupos estudados para as variáveis *AGNEs* e *BHB*. No entanto, a elevação do *BHB* é justificada quando a quantidade de *AGNEs* excede a capacidade de oxidação pelo fígado, refletindo um quadro de déficit energético baixo, moderado ou grave (DRACKLEY, 1999; LI et al., 2012), conforme observado neste estudo.

O contraste encontrado entre os grupos para o resultado da glicose, cujos maiores valores foram constatados no dia do parto e os menores valores no pós-parto, concorda com os descritos por Grummer, (1995); Chung et al., (2008); Park et al., (2010); Moreira, (2013), nos quais descreveram que a concentração de glicose permanece estável no pré-parto, aumentando acentuadamente no momento do parto, assim como foi verificado neste estudo. É importante relatar que os valores inferiores encontrados no pós-parto, caracterizam maior demanda da glândula mamária para a produção de lactose, a qual consome, no período de lactação, cerca de 60 a 85% da glicose corporal total das lactantes (BERGMAN, 1983).

Conforme Aeberhard (2001) e Busato et al. (2002) no início da lactação, os mecanismos endócrinos que priorizam o uso da glicose para a lactogênese são ativados. Muitas vezes, o requerimento não é atendido somente pelo consumo da dieta e qualquer restrição alimentar que ocorra durante, será compensada por mudanças hepáticas, no tecido adiposo e na musculatura esquelética, utilizando o glicerol e os aminoácidos como fontes de glicose (HEAD & GULAY, 2001; REYNOLDS et al., 2003). Analisando o efeito entre os grupos, em que o G1 mostrou valores mais elevados nos períodos estudados, pode ser justificado pela melhor condição alimentar ofertada no período da chuva. Porém, Moreira (2013) encontrou diferença entre os períodos de chuva (verão) e seca (inverno), cujos valores mais baixos, foram observados no verão, época de chuva e calor na região, e, segundo o autor a diferença entre as concentrações nesses dois períodos, pode ter ocorrido por uma maior utilização ou por menor síntese de glicose pelas vacas no verão em decorrência de um estresse calórico.

Perfil proteico

Os resultados para as *PT* em ambos os grupos, mostraram os menores valores no dia do parto, resultado que contrasta com os descritos por Alvarenga et al. (2015) que relataram não encontrar diferenças, durante todo o período de transição. Todavia, de acordo com a literatura consultada, esta queda, de fato ocorre devido à transferência de globulinas para a produção de colostro, como parte de um processo fisiológico e que se estende nos dias seguintes ao parto (FEITOSA & BIRGEL, 2000; NATH et al., 2005; SAUT, 2008), conforme observado nesse estudo.

Analisando as diferenças entre os grupos, observou-se os menores valores, ao longo do experimento, no período de estiagem, provavelmente devido a dieta insuficiente e de baixa qualidade. De acordo com Contreras (2000), a nutrição, doenças concomitantes e a época do ano podem influenciar no metabolismo proteico, alterando suas concentrações. Para alguns autores a negligência nutricional pode ser um fator importante a ser considerado nas pequenas e médias propriedades leiteiras (GONZÁLEZ & SILVA, 2006; KANEKO et al., 2008). Contudo, ao longo do experimento os valores de *PT* encontraram-se entre 7,4 - 9,2 mg/dL no G1 e 6,9 - 8,5 mg/dL no G2, um pouco acima do limite superior de referências para espécie 6,7 mg/dL e 7,5 mg/dL (KANEKO et al., 2008). Alvarenga et al. (2015) encontraram valores acima do limite de referência (9,3 mg/dL e 10,9 mg/dL), durante todo o período de transição. Em outro estudo realizado por Oliveira et al. (2014) observaram concentrações das *PT* baixas no pré-parto, variando entre 5,8 mg/dL (sete dias antes do parto) e 5,7 mg/dL (no dia do parto). Estas diferenças reforçam a importância de um manejo nutricional adequado e a marcante influência regional e sazonal sobre o metabolismo das vacas de produção leiteira.

A albumina também apresentou redução, porém seu menor valor foi observado no 10DPP nos dois grupos. Alguns autores relataram que, normalmente, a albumina sérica diminui depois do parto e recupera seus níveis à medida que a lactação avança (CAMPOS et al., 2004). De acordo com Oliveira et al. (2014) as concentrações dessa variável permaneceram abaixo ou no limite inferior dos valores de referência até os 28 pós-parto. Entretanto, Garcia (2010) não encontrou diferenças nos valores de albumina entre o parto até 30 dias após. Feitosa & Birgel (2000) observaram valores menores de albumina no dia do parto com posterior aumento. Segundo Contreras (2000), a queda de albumina no periparto é restabelecida, desde que o aporte de proteínas na dieta seja adequado e, caso isso não ocorra, essa diminuição pode persistir por dois ou três meses. Os níveis plasmáticos de albumina oscilaram entre 2,7 – 2,98 mg/dL no G1 e 2,62 – 2,93 mg/dL no G2, começando a apresentar uma diminuição a partir do parto, mais

expressiva no grupo do período de estiagem, contudo seus valores se mantiveram um pouco abaixo do limite inferior de referência 3,0 - 3,6 mg/dL (KANEKO et al., 2008).

Com relação a globulina, seus menores valores, foram verificados no período do parto nos dois grupos, quando comparado aos demais momentos, pois os valores de todos os períodos de coletas encontraram-se acima do limite de referência para espécie, que é de 3,8 a 3,9 mg/dL segundo Kaneko et al. (2008). Vários trabalhos relatam essa redução no final da gestação e início da lactação em função da transferência de imunoglobulinas para produção de colostro, sendo responsável pela transmissão da imunidade passiva. Os valores dessa variável elevam-se com a idade, em resposta a maior “memória” imunológica, e durante a gestação (FEITOSA & BIRGEL, 2000; GONZÁLEZ & SILVA, 2008; KANEKO, 2008; SAUT, 2008). A relação A/G mostrou-se baixa ao longo de todo o experimento. Segundo Birgel Junior et al. (2003) esta relação encontra-se diminuída, as vezes com valores menores que 0,5 quando se observa uma situação de hiperproteinemia em decorrência de uma hiperglobulinemia associada à hipoalbuminemia, conforme foi constatado neste estudo.

Quanto aos maiores valores encontrados para a ureia na época da chuva, sobretudo no pré-parto, são interpretados, segundo Contreras (2000), pela melhor ingestão de proteína na alimentação, o que refletirá na maior concentração de ureia no sanguínea, contudo, quando a ingestão de proteína for insuficiente ou a demanda, devido a produção de leite, for maior, os valores de ureia diminuem, como é observado no período de estiagem em que a nutrição é de qualidade inferior. Na análise proteica os dois principais indicadores metabólicos em ruminantes são os níveis séricos de ureia e albumina; a primeira demonstra o estado protéico dos animais em curto prazo, enquanto que a segunda, demonstra em longo prazo (PAYNE & PAYNE, 1987), portanto a ureia representa uma variável importante para avaliação do status proteico durante todo período de chuva ou estiagem.

Perfil mineral

Analisando o perfil mineral, em que se constatou efeito de momento do *CaT* e *P* em ambos os grupos, demonstrando os menores valores a partir do parto, para Goff (2004) esses minerais apresentam alterações mais destacadas, muitas vezes abaixo dos limites fisiológicos, durante o período de transição, sobretudo na lactação, em função de uma demanda maior destes macrominerais para produção leiteira. Uma redução destes elementos pode contribuir para inapetência em vacas recém-paridas, exacerbar a imunossupressão, predispondo os animais ao desenvolvimento de várias enfermidades (GOFF, 2008; MARTINEZ et al., 2012). Apesar da redução dos níveis de fósforo sérico, em ambos os grupos após o parto, seus valores

permaneceram dentro do limite referencial 4mg/dL a 8mg/dL (GOFF, 2004). O organismo requer uma grande quantidade de fósforo para produção de colostro e o crescimento fetal e as concentrações desse mineral no pós-parto são menores que as concentrações no pré-parto, pois durante a lactação a vaca necessita mobilizar cerca de um grama de fósforo da reserva extracelular para a produção de um quilograma de leite, conforme Goff (2006).

Estudando o efeito entre grupos observado para as variáveis *CaT* e *Mg*, cujos valores foram mais elevados no G2, quando comparado com o G1, constatou-se que este achado está associado a maior produção de leite das vacas durante o período de chuva e conseqüentemente, maior demanda por esses minerais. Em um estudo realizado por Moreira et al. (2015) constatou-se influência da sazonalidade na concentração desses minerais, relatando comportamento semelhante entre o *CaT* e o *Mg*, entretanto, os resultados descritos por este autor diverge do encontrado neste estudo em que os maiores valores desses minerais foram verificados no verão (época de chuva na região). Os níveis de *CaT* do G1 apresentaram-se abaixo do limite inferior de referência a partir do parto, enquanto os animais do G2 se mantiveram no limite inferior de referência, 8,5mg/dL - 10mg/dL (GOFF, 2004). Vários trabalhos demonstraram a redução de cálcio com aproximação do parto, sendo o menor valor, observado no dia do parto, sobretudo nos animais de alta produção (GOFF & HORST, 1997; NRC, 2001; MOREIRA, 2013), porém essa redução não é retomada as concentração normais imediatamente após o parto (GOFF & HORST, 1997), como pode ser observado neste trabalho especialmente nas lactantes do G1.

Com relação ao magnésio, apesar dos animais do G1 demonstraram níveis mais baixos desse mineral, estavam dentro do limite de normalidade para espécie, embora no dia do parto foi verificado concentração um pouco acima do limite superior 1,8–2,3 mg/dL (KANEKO et al., 2008) em ambos os grupos, porém seus valores permaneceram aumentados nas lactantes do G2 até os últimos momentos. Em um estudo realizado por Alvarenga et al. (2015) encontraram resultados semelhantes aos do G1, os quais descreveram maior concentração sérica no dia do parto e que os valores desse elemento não diferiram entre os momentos, estando dentro dos padrões de normalidades. Moreira et al. (2015) relataram resultados diferentes, revelando valores maiores no pré-parto, registrando uma queda a partir do parto, mais expressiva nas vacas do período de seca da região apresentando diferença entre os momentos. É importante ressaltar que este mineral não possui um mecanismo homeostático de controle, sendo suas concentrações plasmáticas reflexo direto da alimentação (NRC, 2001; GOFF, 2004) e que o pasto é uma excelente fonte de magnésio (CASTRO et al., 2009), contudo a glândula mamária requer cerca de 120mg dele para produção de um quilograma de leite (DALLEY, 1992), portanto quanto maior a produção de leite, maior será sua demanda.

Avaliando os íons *Na* e *K*, apenas o primeiro revelou efeito de momento no G2, observando seus menores valores durante o início do período de lactação. Apesar do sódio e o potássio apresentaram concentrações mais baixas após o parto e tendo seus níveis restabelecidos no momento final, os valores plasmáticos desses minerais encontraram-se dentro dos limites estabelecidos para a espécie que é 132 a 152 mEq/L e 3,9 a 5,8 mEq/L (KANEKO et al., 2008). Há diversos fatores que favorecem a ocorrência da diminuição de sódio plasmático, como por exemplo a lactação, o crescimento rápido, a sudorese excessiva e pastagem com excesso de *K*. Entretanto, os ruminantes têm uma grande capacidade de manter níveis adequados desse mineral nos tecidos e fluidos, mesmo com redução na ingestão de sal, pois o organismo controla a eliminação na urina e fezes, diminuindo a excreção, substituindo o *Na* pelo *K* na saliva, além de queda na produção de leite (TOKARNIA et al., 2010). A manutenção da concentração interna de sódio é controlada pelo hormônio antidiurético e aldosterona (FERREIRA et al., 2005). Em estudo realizado por Alvarenga et al. (2015), constatou-se que os níveis de potássio, também não apresentaram diferenças entre os momentos, estando as concentrações séricas médias, dentro dos valores de referência, corroborando com os achados desta pesquisa.

O *Cl* destacou seu maior valor no dia do parto, observando diferença entre os grupos, em que o G1 apresentou níveis mais baixos ao longo do experimento, porém dentro do limite de referência que é de 97 a 111 mEq/L (KANEKO et al., 2008) condição que pode estar associada a maior produção de leite nesta época. O ânion *Cl* pode ser balanceado em uma ração, para otimizar as funções fisiológicas do animal. Esse mineral tem sido utilizado para calcular a dieta cátio-aniônica, pois sua importância no metabolismo está associada à participação no balanço osmótico, acidobásico, mecanismos de bombeamento e integridade das membranas celulares. Este conceito necessita que o cloro não esteja em deficiência ou em níveis tóxicos na dieta (BLOCK, 1994). Semelhante ao *Na* e o *K*, esse mineral está envolvido na manutenção da pressão osmótica e dos sistemas tampão nos fluidos intra e extracelulares, no transporte de nutrientes e na transmissão de impulsos nervosos (GONZÁLEZ, 2000).

CONCLUSÃO

Os indicadores bioquímicos insulina, cortisol, glicose, β -hidroxibutirato, proteínas totais, albumina, globulina, ureia, cálcio total e o magnésio, representam marcadores importantes para avaliação do comportamento metabólico diante dos desafios adaptativos enfrentados pelas vacas Girolandas ao longo do final da gestação e início da lactação. Revelando que o efeito da sazonalidade, caracterizada pela escassez na oferta de alimentos de qualidade, durante a

estiagem, reflete em um balanço energético negativo mais intenso. As distintas condições climáticas existentes no território Brasileiro, imprimem variações nas concentrações dos metabólitos estudados, ratificando a necessidade de se desenvolver estudos regionalizados para o conhecimento do comportamento metabólico especialmente em vacas leiteiras.

REFERÊNCIAS

1. AEBERHARD, K.; BRUCKMAIER, R. M.; BLUM, J. W. Metabolic, Enzymatic and Endocrine Status in High-Yielding Dairy Cows–Part 2. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v. 48, n. 2, p. 111-127, 2001.
2. ALVARENGA, Emerson A. et al. Evaluation of the metabolic profile of Holstein cows during the transition period. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 281-290, 2015.
3. BAUMAN, Dale E.; CURRIE, W. Bruce. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of dairy science**, v. 63, n. 9, p. 1514-1529, 1980.
4. BAUMGARD, Lance H. et al. Does negative energy balance (NEBAL) limit milk synthesis in early lactation. In: **Proc. Southwest Nutr. Conf.** 2006. p. 181-187.
5. BELL, Alan W.; BAUMAN, Dale E. Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation. **Journal of mammary gland biology and neoplasia**, v. 2, n. 3, p. 265-278, 1997.
6. BELL, Alan W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal of animal science**, v. 73, n. 9, p. 2804-2819, 1995.
7. BEERDA, B. et al. Effects of milk production capacity and metabolic status on HPA function in early postpartum dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 87, n. 7, p. 2094-2102, 2004.
8. BERGMAN, E. N. The pools of cellular nutrients: glucose, In: Riis P.M. *Dynamic Biochemistry of Animal Production*. Elsevier, New York. p. 173-196. 1983.
9. BIRGEL JUNIOR, E. H. et al. Avaliação da influência da gestação e do puerpério sobre a função hepática de bovinos da raça Holandesa. **Ars Veterinária**, v. 19, n. 2, p. 172-178, 2003.
10. BLOCK, Elliot. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 5, p. 1437-1450, 1994.
11. BUSATO, A. et al. Body condition scores in dairy cows: associations with metabolic and endocrine changes in healthy dairy cows. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v. 49, n. 9, p. 455-460, 2002.
12. CALDEIRA, R. M. et al. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. **Small Ruminant Research**, v. 68, n. 3, p. 233-241, 2007.

13. CAMPOS, R.; CARREÑO, E. S.; D GONZÁLEZ, F. Perfil metabólico de vacas nativas colombianas. **Orinoquia**, v. 8, n. 2, p. 32-41, 2004.
14. CASTRO, D.; RIBEIRO, C.; SIMÕES, J. Medicina da produção: monitorização do balanço energético negativo (BEN) em vacas leiteiras. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 10, n. 4, p. 1-11, 2009.
15. CHAPINAL, N. et al. The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 10, p. 4897-4903, 2011.
16. CHUNG, Y.-H. et al. Effects of prepartum dietary carbohydrate source and monensin on periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. **Journal of dairy science**, v. 91, n. 7, p. 2744-2758, 2008.
17. CONTRERAS, P. A. **Indicadores do metabolismo proteico utilizado nos perfis metabólicos de rebanhos**, In: González F.H.D., Ospina H., Barcellos J. O. & Ribeiro L. A. O. (Eds), Perfil Metabólico em Ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Gráfica da UFRGS, Porto Alegre. p.23-30. 2000.
18. CURI, P. R. 1997. **Metodologia e Análise da Pesquisa em Ciências Biológicas**. Tipomic, Botucatu. 263p.
19. DALLEY, D. E. **Studies of magnesium metabolism in ruminants, Christchurch, New Zealand**. 1992. 149p. Tese (Doutorado em Filosofia). Lincoln University, Christchurch.
20. DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H. D.; STÖBER, M. 1993. **Exame Clínico dos Bovinos**. Rio de Janeiro. 419p.
21. DRACKLEY, James K. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 11, p. 2259-2273, 1999.
22. DUFFIELD, T. F.; LEBLANC, S. J. Interpretation of serum metabolic parameters around the transition period. In: **Southwest Nutrition and Management Conference**. 2009. p. 106-114.
23. DUFFIELD, T. F. et al. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 2, p. 571-580, 2009.
24. FEITOSA, F. L.; BIRGEL, E. H. Variação da concentração de imunoglobulinas G e M, de proteína total e suas frações eletroforéticas e da atividade da gamaglutamiltransferase no soro sanguíneo de vacas holandesas, antes e após o parto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 2, p. 111-6, 2000.
25. FERREIRA, P. M. et al. **Doenças carenciais e suplementação mineral**. Escola de Veterinária de UFMG. Centro de Extensão, abril, 2005 (apostila).
26. FORSBERG, Neil E. Recent insights into ruminant immune function: effects of stress and immunostimulatory nutritional products. In: **Proceedings of the Florida Ruminant Nutrition Symposium**. Gainesville, FL. 2004. p. 81-92.

27. GARCIA, A. M. B. **Avaliação metabólica de vacas leiteiras submetidas a diferentes estratégias de prevenção do balanço energético negativo no pós-parto**. 2010. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre. 66p.
28. GONZÁLEZ, F. H. D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, p. 31-51, 2000.
29. GONZÁLEZ, Félix HD; SCHEFFER, Jean FS. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica metabólica e nutricional. In: **GONZÁLEZ, FH D et al. Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais (sangue, leite e urina)**. Arquivos do 29º Congresso Nacional de Medicina Veterinária, Gramado, RS. 2002. p. 5-17.
30. GONZÁLEZ, F. H. D. & SILVA, S. C. **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária**. 2ª ed. Editora da UFRGS, Porto Alegre. 364p. 2006.
31. GONZÁLES, F. H. D.; SILVA, S. C. **Patologia clínica veterinária: texto introdutório**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 342 p.
32. 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, 1997.
33. GOFF, Jesse P. Macromineral disorders of the transition cow. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 20, n. 3, p. 471-494, 2004.
34. GOFF, Jesse 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, n. 3, p. 237-257, 2006.
35. GOFF, Jesse P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. **The Veterinary Journal**, v. 176, n. 1, p. 50-57, 2008.
36. GRUMMER, Ric R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. **Journal of animal science**, v. 73, n. 9, p. 2820-2833, 1995.
37. HEAD, H. H.; GULAY, M. S. Recentes avanços na nutrição de vacas no período de transição. **Simpósio Internacional de Bovinocultura de Leite: Novos Conceitos em Nutrição**, 2001.
38. HOLTENIUS, P. & HJOTR, M. Studies on the pathogenesis of fatty liver. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 30, 449-454p. 1988.
39. INGVAERTSEN, Klaus Lønne; 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, p. 277-308, 2003.
40. **IBGE** - Pesquisa Pecuária Municipal. Garanhuns-PE. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl1.asp?c=74&z=p&o=27&i=P>> acesso no dia 05 de novembro de 2015.

41. **INMET**, Instituto Nacional de Meteorologia. Garanhuns-PE. Disponível em <<http://sisdagro.inmet.gov.br:8080/sisdagro/app/monitoramento/bhs/mapaperiodomedia>> acesso em 03 de novembro de 2015.
42. KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W. & BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animal**. 6ª ed. Elsevier, San Diego. 918p. 2008.
43. LAGO, E. P.; COSTA, A. P. D.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; FARIAS, V. P.; Do LAGO, L. A. Parâmetros metabólicos em vacas leiteiras durante o período de transição pós-parto. **Brazilian Journal of Veterinary Science**, Niterói, v. 11, p. 98-103, 2004.
44. LEBLANC, S. J.; LESLIE, K. E.; DUFFIELD, T. F. Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 88, n. 1, p. 159-170, 2005.
45. LEBLANC, S. J. et al. Major advances in disease prevention in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 4, p. 1267-1279, 2006.
46. LEBLANC, S. J. Health in the transition period and reproductive performance. **Western Canadian Dairy Seminar**. Advances dairy technology. V. 22, p. 97-110. 2010.
47. LI, P. et al. Alterations of fatty acid β -oxidation capability in the liver of ketotic cows. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 4, p. 1759-1766, 2012.
48. LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. **Agricultural experimentation: design and analysis**. John Wiley, New York. 1978, 350p.
49. MARTINEZ, N. 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, n. 12, p. 7158-7172, 2012.
50. MOREIRA, Tiago Facury. **Perfil metabólico de vacas leiteiras no período de transição em sistema semi-intensivo em Minas Gerais no verão e no inverno**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 122p. 2013.
51. MOREIRA, Tiago F. et al. Perfil mineral de vacas mestiças Girolanda no período de transição em sistema semi-intensivo em duas estações do ano1. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 249-257, 2015.
52. NATH, H. C. et al. Serum cholesterol and protein in pre, peri and postpartum cows. **Indian Veterinary Journal**, v. 82, n. 5, p. 519-521, 2005.
53. **National Research Council/NRC**. Nutritional Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press, Washington DC. 370p. 2001.
54. NIKOLIC, J. A. et al. Periparturient endocrine and metabolic changes in healthy cows and in cows affected by mastitis. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v. 50, n. 1, p. 22-29, 2003.

55. OLIVEIRA, Raphael S. B. R et al. Metabolic profile in crossbred dairy cows with low body condition score in the peripartum period. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 362-368, 2014.
56. PAYNE, J. M.; PAYNE, S. **The metabolic profile test**. Oxford, oxford University Press. 1987.
57. PARK, A. F. et al. Characterization of plasma metabolites in Holstein dairy cows during the periparturient period. **International Journal of Dairy Science**, v. 5, n. 4, p. 253-263, 2010.
58. ROWLANDS, G. J. et al. Relationships between stage of lactation and pregnancy and blood composition in a herd of dairy cows and the influences of seasonal changes in management on these relationships. **Journal of dairy Research**, v. 42, n. 03, p. 349-362, 1975.
59. REYNOLDS, C. K. et al. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. **Journal of dairy science**, v. 86, n. 4, p. 1201-1217, 2003.
60. ROBERTS, T. et al. Metabolic parameters in transition cows as indicators for early-lactation culling risk. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 6, p. 3057-3063, 2012.
61. SAUT, João Paulo Elsen. **Influência do puerpério e da retenção dos anexos fetais no proteinograma de fêmeas bovinas da raça Holandesa, criadas no Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo. 116p. 2008.
62. STATISTICAL ANALYSES SISTEM INSTITUTE, Inc **SAS** user's guide: Statistics Version, Cary, N. C. 2009.
63. TOKARNIA, C. H. et al. **Deficiências Minerais em Animais de Produção**. Rio de Janeiro: Ed. Helianthus. 70 – 83p. 2010.

Tabela 1. Valores médios (x), desvios-padrão (s), média geral e níveis de significância do perfil hormonal, energético e proteico de vacas leiteiras na fase final de gestação e início da lactação durante o período de chuva e estiagem na região do Agreste Pernambucano.

Parâmetros	Períodos	Período do Pré-Parto				Parto	Período do Pós-Parto				Média Geral
		-60	-40	-20	-10		10	20	40	60	
Insulina pmol/L	G1	7,07±1,2 ^B	7,04±3,4 ^B	7,64±2,9 ^B	8,19±2,5 ^B	15,38±8,7^A	5,84±2,4 ^B	8,21±3,4 ^B	6,90±2,4 ^B	6,90±2,8 ^B	8,13^a
	G2	6,00±2,0 ^B	5,20±1,8 ^B	6,47±1,5 ^B	5,98±1,9 ^B	16,95±11,3^A	5,35±2,3 ^B	6,60±1,4 ^B	7,48±1,6 ^B	6,72±5,1 ^B	7,42^b
	MG	6,54^B	6,12^B	7,06^B	7,09^B	16,17^A	5,60^B	7,41^B	7,19^B	6,81^B	
Cortisol nmol/L	G1	15,77±9,7 ^C	27,64±11,2 ^{CB}	36,41±13,6 ^{CB}	33,62±9,3 ^{CB}	93,45±23,8^A	31,67±23,1 ^{CB}	34,21±19,0 ^{CB}	45,81±27,1 ^B	44,52±15,7 ^B	40,34^a
	G2	18,12±8,5 ^B	25,67±12,9 ^B	33,91±33,8 ^B	24,41±16,8 ^B	94,35±22,8^A	35,53±27,4 ^B	16,53±8,9 ^B	44,34±19,7 ^B	35,84±26,0 ^B	36,52^b
	MG	16,95^D	26,66^{CD}	35,16^{CB}	29,02^{CB}	93,90^A	33,60^{CB}	25,37^{CD}	45,08^B	40,18^{CB}	
Glicose mg/dL	G1	56,27±5,5 ^{CB}	58,17±3,2 ^B	58,97±2,7 ^B	59,37±3,6 ^B	81,73±25,6^A	48,70±8,2 ^{CB}	43,94±4,3 ^C	44,46±5,9 ^C	46,18±7,2 ^C	55,31^a
	G2	49,37±7,9 ^{CB}	53,22±8,3 ^B	49,71±3,6 ^{CB}	49,54±4,5 ^{CB}	67,81±17,1^A	40,95±8,0 ^C	41,25±5,0 ^C	40,03±7,5 ^C	38,58±7,0 ^C	47,83^b
	MG	52,82^B	55,69^B	54,34^B	54,46^B	74,77^A	44,82^C	42,59^C	42,25^C	42,38^C	
AGNEs mmol/L	G1	0,71±0,2 ^B	1,12±0,3 ^A	0,79±0,4 ^B	0,67±0,2 ^B	0,80±0,3^B	0,56±0,3 ^B	0,76±0,3 ^B	0,63±0,3 ^B	0,49±0,2 ^B	0,73^a
	G2	0,84±0,2 ^{BA}	1,17±0,3 ^A	0,84±0,2 ^{BA}	0,70±0,3 ^B	0,75±0,3^B	0,62±0,3 ^B	0,83±0,4 ^{BA}	0,68±0,4 ^B	0,51±0,1 ^B	0,77^a
	MG	0,78^B	1,14^A	0,81^B	0,69^{CB}	0,78^B	0,59^{CB}	0,80^B	0,65^{CB}	0,50^C	
βHB mg/dL	G1	0,35±0,1 ^{BDC}	0,52±0,1 ^A	0,48±0,2 ^{BA}	0,42±0,1 ^{BDAC}	0,44±0,2^{BAC}	0,30±0,1 ^{DC}	0,28±0,1 ^D	0,37±0,1 ^{BDC}	0,35±0,1 ^{BDC}	0,39^b
	G2	0,50±0,1 ^{BA}	0,53±0,2 ^A	0,51±0,1 ^{BA}	0,48±0,1 ^{BA}	0,48±0,2^{BA}	0,41±0,1 ^{BA}	0,39±0,1 ^{BA}	0,34±0,1 ^B	0,42±0,1 ^{BA}	0,45^a
	MG	0,42^{BAC}	0,52^A	0,49^A	0,45^{BA}	0,46^{BA}	0,35^{BC}	0,33^C	0,35^{BC}	0,39^{BC}	
PT mg/dL	G1	9,25±0,8 ^A	8,78±1,0 ^{BA}	8,66±0,9 ^{BA}	8,07±0,7 ^{BAC}	7,38±0,8^C	7,65±0,9 ^{BC}	8,01±1,0 ^{BC}	8,73±0,8 ^{BA}	8,79±1,1 ^{BA}	8,37^a
	G2	8,25±0,7 ^A	7,94±0,8 ^{BA}	7,81±1,0 ^{BAC}	7,30±0,5 ^{BDC}	6,91±0,8^D	7,03±0,6 ^{DC}	7,66±0,5 ^{BDAC}	8,19±0,7 ^A	8,53±0,4 ^A	7,74^b
	MG	8,75^A	8,36^{BA}	8,23^{BAC}	7,69^{EDC}	7,14^E	7,34^{ED}	7,84^{BDC}	8,46^{BA}	8,66^A	
Albumina mg/dL	G1	2,98±0,1 ^A	2,94±0,2 ^{BA}	2,95±0,2 ^{BA}	2,94±0,2 ^{BA}	2,90±0,2^{BA}	2,70±0,3 ^B	2,75±0,2 ^{BA}	2,79±0,2 ^{BA}	2,80±0,2 ^{BA}	2,86^a
	G2	2,83±0,1 ^A	2,89±0,1 ^A	2,93±0,1 ^A	2,92±0,1 ^A	2,88±0,4^A	2,62±0,2 ^A	2,71±0,2 ^A	2,70±0,3 ^A	2,71±0,3 ^A	2,80^a
	MG	2,90^{BA}	2,91^{BA}	2,94^A	2,93^{BA}	2,89^{BA}	2,66^C	2,73^{BC}	2,75^{BAC}	2,76^{BAC}	
Globulina mg/dL	G1	6,27±0,76 ^A	5,85±1,1 ^{BA}	5,71±1,02 ^{BA}	5,14±0,85 ^{BA}	4,48±0,89^B	4,95±1,11 ^{BA}	5,26±1,13 ^{BA}	5,94±0,93 ^A	5,99±1,18 ^A	5,51^a
	G2	5,42±0,78 ^B	5,05±0,77 ^{BA}	4,89±1,0 ^{BA}	4,38±0,49 ^B	4,03±0,81^B	4,41±0,49 ^B	4,95±0,49 ^{BA}	5,48±0,84 ^A	5,82±0,57 ^A	4,93^a
	MG	5,85^A	5,44^A	5,29^A	4,76^A	4,25^A	4,68^A	5,10^A	5,71^A	5,9^A	
Relação A/G	G1	0,47	0,50	0,52	0,57	0,65	0,54	0,52	0,47	0,46	
	G2	0,52	0,57	0,60	0,66	0,71	0,59	0,54	0,49	0,46	
Ureia mg/dL	G1	44,69±7,5 ^A	43,43±5,9 ^A	44,40±11,2 ^A	39,48±9,1 ^A	40,43±9,3^A	28,43±4,3 ^B	27,50±11,2 ^B	41,11±9,5 ^A	27,52±8,2 ^B	37,44^a
	G2	26,74±7,8 ^A	33,68±12,2 ^A	33,68±11,0 ^A	35,00±13,2 ^A	35,53±6,2^A	39,38±10,2 ^A	33,52±15,8 ^A	29,49±20,7 ^A	30,04±15,7 ^A	33,01^b
	MG	35,71^A	38,56^A	39,04^A	37,24^A	37,98^A	33,90^A	30,51^A	35,30^A	28,78^A	

^{A,B} Letras maiúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de momento.

^{a,b} Letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de grupo.

Quadro 1. Nível de significância ($Pr > F$) dos fatores de variação (grupos, momentos e interações) da análise de variância dos metabólitos hormonal, energético e proteico do soro sanguíneo de vacas leiteiras na fase final de gestação e início da lactação durante o período de chuva e estiagem na região do Agreste Pernambucano.

Metabólitos	Fatores de variação ($Pr > F$)		
	Grupos	Momentos	G x M
	Soro sanguíneo		
Insulina pmol/L	0.0354	< .0001	0.8130
Cortisol nmol/L	0.0351	< .0001	0.2856
Glicose mg/dL	< .0001	< .0001	0.7312
AGNEs mmol/L	0.3084	< .0001	0.9974
βETA mg/dL	0.0010	< .0001	0.3994
Proteína Total mg/dL	< .0001	< .0001	0.8652
Albumina mg/dL	0.0550	< .0001	0.9851
Globulina mg/dL	0.0730	< .0001	0.2380
Ureia mg/dL	0.0087	0.0434	0.0010

Tabela 2. Valores médios (x), desvios-padrão (s), média geral e níveis de significância do perfil mineral e iônico de vacas leiteiras na fase final de gestação e início da lactação durante o período de chuva e estiagem na região do Agreste Pernambucano.

Parâmetros	Períodos	Período do Pré-Parto				Parto	Período do Pós-Parto				Média Geral
		-60	-40	-20	-10		10	20	40	60	
Ca Total mg/dL	Chuva	9,58±0,6 ^A	9,61±0,5 ^A	9,37±0,5 ^A	9,10±0,4 ^A	7,76±0,6^B	7,97±0,6 ^B	8,09±0,6 ^B	7,96±0,4 ^B	7,92±0,6 ^B	8,60^b
	Seca	9,37±0,5 ^A	9,51±0,6 ^A	9,23±0,5 ^{BA}	9,21±0,4 ^{BA}	8,42±1,0^C	8,59±0,9 ^{BC}	8,36±0,3 ^C	8,36±0,2 ^C	8,54±0,8 ^{BC}	8,84^a
	MG	9,47^A	9,56^A	9,30^A	9,16^A	8,09^B	8,28^B	8,22^B	8,16^B	8,23^B	
P mg/dL	Chuva	6,55±0,9 ^{BC}	7,84±0,7 ^A	7,16±1,3 ^{BA}	6,35±1,1 ^{BC}	5,26±1,0^C	6,02±1,1 ^{BC}	5,63±0,8 ^C	6,07±1,0 ^{BC}	6,40±1,3 ^{BC}	6,36^a
	Seca	6,31±0,8 ^{BA}	7,00±1,1 ^{BA}	7,13±1,6 ^{BA}	7,57±1,2 ^A	6,41±1,8^{BA}	5,86±0,9 ^B	5,91±1,2 ^B	5,78±0,6 ^B	6,39±0,6 ^{BA}	6,48^a
	MG	6,43^{BC}	7,42^A	7,14^{BA}	6,96^{BA}	5,83^C	5,94^C	5,77^C	5,92^C	6,39^{BC}	
Mg mg/dL	Chuva	2,31±0,2 ^A	2,18±0,2 ^A	2,20±0,2 ^A	2,23±0,2 ^A	2,50±0,6^A	2,33±0,4 ^A	2,32±0,5 ^A	2,43±0,5 ^A	2,29±0,5 ^A	2,31^b
	Seca	2,27±0,3 ^C	2,36±0,2 ^{BC}	2,44±0,2 ^{BAC}	2,46±0,2 ^{BAC}	2,69±0,3^{BA}	2,64±0,3 ^{BAC}	2,78±0,3 ^A	2,68±0,4 ^{BA}	2,64±0,2 ^{BAC}	2,55^a
	MG	2,29^A	2,27^A	2,32^A	2,34^A	2,59^A	2,48^A	2,55^A	2,55^A	2,46^A	
Na mmol/L	Chuva	138,80±1,8 ^A	140,88±2,0 ^A	140,50±1,5 ^A	141,13±1,8 ^A	142,20±3,8^A	138,70±2,4 ^A	140,50±4,2 ^A	140,58±2,4 ^A	140,75±3,0 ^A	140,45^a
	Seca	139,50±2,6 ^{BC}	140,10±1,4 ^{BC}	140,00±3,9 ^{BC}	140,90±3,8 ^{BAC}	141,80±2,7^{BA}	137,10±1,4 ^C	138,30±2,6 ^{BC}	136,90±3,9 ^C	144,10±3,3 ^A	139,86^a
	MG	139,15^{BC}	140,49^{BAC}	140,25^{BAC}	141,02^{BC}	142,00^A	137,90^C	139,40^{BC}	138,74^{BC}	142,43^A	
K mmol/L	Chuva	4,60±0,2 ^A	4,60±0,2 ^A	4,57±0,3 ^A	4,46±0,2 ^A	4,45±0,3^A	4,36±0,2 ^A	4,47±0,2 ^A	4,35±0,2 ^A	4,37±0,3 ^A	4,47^a
	Seca	4,46±0,2 ^A	4,58±0,2 ^A	4,47±0,3 ^A	4,46±0,4 ^A	4,58±0,3^A	4,24±0,2 ^A	4,43±0,3 ^A	4,26±0,2 ^A	4,40±0,3 ^A	4,43^a
	MG	4,53^{BA}	4,59^A	4,52^{BA}	4,46^{BA}	4,52^{BA}	4,30^B	4,45^{BA}	4,31^B	4,38B^A	
Cl mEq/L	Chuva	104,34±1,8 ^B	108,67±7,0 ^{BA}	109,89±5,3 ^{BA}	111,50±4,7 ^A	113,07±3,3^A	108,46±8,5 ^{BA}	106,47±4,8 ^{BA}	107,28±5,4 ^{BA}	103,50±3,7 ^B	108,13^b
	Seca	106,78±3,8 ^A	109,49±8,4 ^A	115,73±7,5 ^A	113,41±6,6 ^A	114,64±5,4^A	110,17±7,2 ^A	109,47±6,1 ^A	109,87±5,6 ^A	108,92±5,3 ^A	110,94^a
	MG	105,56^C	109,08^{BAC}	112,81^{BA}	112,46^{BA}	113,86^A	109,32^{BAC}	107,97^{BC}	108,58^{BAC}	106,21^C	

^{A,B} Letras maiúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de momento.

^{a,b} Letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de grupo.

Quadro 2. Nível de significância (Pr > F) dos fatores de variação (grupos, momentos e interações) da análise de variância do perfil mineral e iônico do soro sanguíneo de vacas leiteiras na fase final de gestação e início da lactação durante o período de chuva e estiagem na região do Agreste Pernambucano.

Metabólitos	Fatores de variação (Pr > F)		
	Grupos	Momentos	G x M
	Soro sanguíneo		
Ca Total mg/dL	0.0051	< .0001	0.0807
P mg/dL	0.4691	< .0001	0.0664
Mg mg/dL	< .0001	< .0111	0.6444
Na mmol/L	0.1647	< .0001	0.0205
K mmol/L	0.3243	0.0024	0.8158
Cl mEq/L	0.0015	< .0001	0.8987

4.2 Indicadores bioquímico e hormonal de vacas leiteiras híginas e com enfermidade durante o final da gestação e início da lactação²⁰

Alonso P. Silva Filho²¹, Carla Lopes Mendonça²², Rodolfo José Cavalcanti Souto²¹, Rafael José da Silva²³, Pierre Castro Soares²⁴, José Augusto B. Afonso²²

RESUMO

Objetivou-se identificar alguns indicadores bioquímicos e hormonais durante o final da gestação e início da lactação de vacas leiteiras híginas, quando comparadas com as que apresentaram algum tipo de transtorno clínico ao longo do experimento. Para tanto, utilizou-se 39 vacas Girolandas, distribuídas em dois grupos, o primeiro (G1) com 22 animais híginos e o segundo (G2) com 17 vacas que apresentaram alguma enfermidade. O delineamento experimental ocorreu a partir das coletas realizadas nos períodos 60 dias antes do parto (60DAP), 40DAP, 20DAP, 10DAP, dia do parto, e 10 dias pós-parto (10DPP), 20DPP, 40DPP, 60DPP. Analisou-se os metabólitos hormonais (insulina e cortisol), energéticos (glicose, frutamina, *AGNEs* e β -hidroxibutirato), proteicos (proteína total, albumina, globulina e ureia) e minerais (*CaT*, *P*, *Mg*, *K*, *Na* e *Cl*). As variáveis estudadas foram interpretadas por meio de análise de variância ao nível de 5% de probabilidade. Analisando o perfil energético, verificou-se uma maior mobilização no G2 durante o periparto, por meio dos menores valores de frutamina e glicose, além das concentrações superiores de *AGNEs* e β -hidroxibutirato. O comportamento dos hormônios insulina e cortisol foi similar, observando apenas efeito de momento, cujos maiores níveis ocorreram no dia do parto. O perfil proteico revelou, pela proteína total apenas efeito de momento, em que seus menores valores foram verificados no dia do parto, contudo, a albumina do G2 foi inferior ao G1 em todos os momentos, já as globulinas do G2 foram superiores ao grupo das vacas híginas e a ureia apresentou concentrações maiores no G1. Com relação aos minerais o cálcio total, magnésio e cloro apontaram níveis inferiores desde o período inicial das coletas. Conclui-se, que esses metabólitos estudados sinalizam precocemente a deficiência nutricional durante o final da gestação, repercutindo no período de transição, e comprometendo o mecanismo de adaptação das vacas, com isso aumentando os riscos para maior ocorrência de enfermidades.

²⁰ Recebido em...

Aceito para publicação em

²¹ Doutorando do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Av. Bom Pastor s/n, Clínica de Bovinos, Garanhuns, PE 55292-901, Brasil. *Autor para correspondência: alonsopsfilho@yahoo.com.br

²² Clínica de Bovinos de Garanhuns, UFRPE, Cx. Postal 152, Garanhuns, PE.

²³ Mestrando do programa Pós-Graduação de Sanidade e Reprodução de Ruminantes da Unidade Acadêmica de Garanhuns/UFRPE.

²⁴ Professor do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: vacas, período de transição, metabolismo, energia, proteína

ABSTRACT

This study aimed to identify some biochemical and hormonal indicators during late pregnancy and early lactation from healthy dairy cows when compared with those who had some type of clinical disorder throughout the experiment. Therefore, we used 39 Girolandas cows, divided into two groups, the first (G1) with 22 healthy animals and the second (G2) with 17 cows showed some disease. The experiment took place from collections made in the period 60 days before delivery (60DBD) 40DBD, 20DBD, 10DBD, parturition day, and 10 days postpartum (10DPP), 20DPP, 40DPP, 60DPP. We analyzed hormone metabolites (insulin and cortisol), energy (glucose, fructosamine, NEFA and β -hydroxybutyrate), protein (total protein, albumin, globulin and urea) and minerals (*Ca*, *P*, *Mg*, *K*, *Na* and *Cl*). The variables studied were interpreted by analysis of variance at 5% probability. Analyzing the energetic profile, there was a greater mobilization in G2 during childbirth, through the lower fructosamine and glucose values, besides higher concentrations of Agnes and β -hydroxybutyrate. The behavior of the hormones insulin and cortisol was similar, noting only effect of time, whose higher levels occurred on the day of delivery. The protein profile revealed by total protein only time effect in their lowest values were recorded on the day of delivery, however, albumin G2 was lower than the G1 at all times, since the G2 globulin were higher than the group of otherwise healthy cows and urea showed higher concentrations in G1. With respect to the total mineral calcium, magnesium and chlorine showed lower levels from the initial period of the collections. It follows that these metabolites studied early signal nutritional deficiency during late pregnancy, reflecting the transition period, and compromising the adjustment mechanism for cows, thereby increasing the risks to higher incidence of disease.

INDEX TERMS: cows, transition period, metabolism, energy, protein

INTRODUÇÃO

Na bovinocultura leiteira, as vacas de alta produção apresentam mudanças metabólicas importantes durante a fase final da gestação e o início da lactação, decorrente das necessidades nutricionais, como reflexo do requerimento fetal, e posteriormente à demanda da glândula mamária para lactogênese (POGLIANI, 2006). Propriedades rurais que apresentam falhas gerais de manejo durante este período, predispõe seus animais à problemas sanitários, entre os

quais cetose, hipocalcemia, mastite, deslocamento de abomaso, acidose metabólica, laminite, retenção de placenta e metrite (LEBLANC, 2010). Distúrbios, entre alguns destes, considerados fatores de risco para o aparecimento de outras enfermidades, repercutindo negativamente na produtividade do rebanho (DRACKLEY et al., 2005; DUFFIELD et al., 2009). Portanto, é necessário a adoção de testes metabólicos em rebanhos, com o propósito de investigar o manejo e identificar problemas ou desvios, além de analisar indivíduos com risco em potencial, visando a prevenção de desordens clínicas (LEBLANC, 2015).

O período que compreende a transição da vaca gestante não lactante, especialmente o final da gestação, para não gestante lactante, é marcada por intensas alterações fisiológicas, anatômicas, hormonais e metabólicas, as quais modulam o animal para o parto e posteriormente para produção de leite. Essas modificações estão associadas à queda na ingestão de alimentos, ao balanço energético negativo, ao crescimento do concepto e a alta demanda por nutrientes, condição esta que predispõe a ocorrência de alterações metabólicas, podendo implicar na diminuição da produção de leite, prejudicar no desempenho reprodutivo e aumentando a taxa de descarte do rebanho (HUZZEY et al., 2007; FRIGOTTO, 2010).

O acompanhamento dos parâmetros metabólicos vem sendo recomendado para o monitoramento da saúde de rebanhos leiteiros, servindo como indicativos de diversas patologias (CAMPOS et al., 2008). A análise clínica-laboratorial desses metabólitos sanguíneos representa uma forma de avaliar a condição nutricional e as variações metabólicas dos animais. Algumas propriedades mais tecnificadas estão utilizando esses indicadores para o monitoramento rotineiro, que auxilia no diagnóstico precoce, prognóstico e prevenção, ao identificar problemas subclínicos e clínicos (DUFFIELD & LEBLANC, 2009). Uma vez que, as vacas no período de transição estão mais vulneráveis a esses transtornos (KEYSERLINGK & WEARY, 2015).

Dentre os principais perfis metabólitos estudados destacam-se o energético, o proteico e o mineral (ENEMARK et al., 2004), além do hormonal (BEERDA et al., 2004; CAMPOS et al., 2005). Dessa forma, a interpretação dos metabólitos de um grupo de animais, com o foco no rebanho pode ser de grande valia para o gerenciamento e tomada de decisões na propriedade (DUFFIELD & LEBLANC, 2009). No Brasil, por ser um país com ampla diversidade climática, observa-se uma carência de estudos regionalizados que levem em consideração além dos fatores climáticos, o manejo nutricional e sanitário adotado na região, visando a expressão máxima do potencial genético. Este estudo teve por finalidade identificar alguns indicadores bioquímicos e hormonais no período que compreende o final da gestação e início da lactação de vacas

leiteiras hígdas, quando comparadas com as que apresentaram algum tipo de transtorno clínico ao longo do experimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos desta pesquisa foram aprovados pela Comissão de Ética no uso de animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEUA/UFRPE, cujo número da licença foi 107/2014, conforme as normas do COBEA e *National Institute of Health Guide for Care and Use of Laboratory Animals*. O experimento foi desenvolvido entre os anos de 2012 e 2013, em uma propriedade leiteira no município de Garanhuns, localizada na região do Agreste Meridional de Pernambuco, com altitude de 842 metros, localizada nos eixos latitude 08°53'25''S e longitude 36°29'34''W. A temperatura média anual, durante o período que desenvolveu o trabalho foi de 21°C (mínima 10°C máxima 34°C), a umidade relativa média anual do ar foi de 81%, e índice pluviométrico de 636,7 milímetros (INMET, 2015).

Para este estudo utilizaram-se 39 vacas multíparas, da raça Girolando e grau de sangue entre $\frac{3}{4}$ e $\frac{5}{8}$ Holandês-Zebu, entre a segunda e a quinta lactação e histórico de produção média de 25 litros de leite por dia, apresentando escore de condição corporal, no início das coletas, entre 3,0 e 3,5 e criadas em regime semintensivo. Esses animais foram distribuídos em dois grupos, o primeiro (G1) com 22 animais hígdos e o segundo (G2) com 17 vacas que apresentaram algum tipo de enfermidade (três com retenção de placenta-RP e endometrite; cinco com pododematite, RP e endometrite; sete com RP, endometrite e mastite, além de duas com distocia materna, RP e endometrite,) ao longo do trabalho.

As vacas recebiam alimentação na forma de ração total - a base de soja, cevada, palma e silagem de milho- misturados em um vagão forrageiro e fornecidos no cocho duas vezes por dia, logo após a ordenha, além de sal mineral e água *ad libitum*. A formulação desta dieta seguia as recomendações das tabelas de exigência nutricional do NRC (2001) de acordo com as necessidades em peso vivo e produção de leite/animal/dia. Um ponto que merece destaque é o momento compreendido entre o início do período de secagem, 60 dias antes do parto, até completarem 30 dias para a data prevista do parto, em que as mesmas eram conduzidas para um pasto reservado onde alimentavam-se apenas de pastagem (*Brachiaria decubens*), sal mineral e água *ad libitum*. Após este período eram mantidas em um piquete maternidade em que passavam a receber além do pasto, a ração total supra citada formulada conforme o NRC (2001) recomenda para esta categoria. Procedeu-se acompanhamento clínica diário dos animais em estudo, realizando o exame clínico conforme as recomendações Dirksen et al. (1993).

O delineamento compreendeu nove momentos distintos, entre os dois últimos meses de gestação até os dois primeiros meses da lactação, ocorrendo nos períodos de 60 dias antes do parto (60DAP), 40DAP, 20DAP, 10DAP, dia do parto, e 10 dias pós-parto (10DPP), 20DPP, 40DPP até os 60DPP, para posterior avaliações laboratoriais.

As colheitas de sangue foram realizadas mediante punção da veia jugular, por meio de agulhas hipodérmicas (25x8mm) e tubos siliconizados sem anticoagulante do tipo *Vacutainer*® e outro com inibidor da glicólise (fluoreto de sódio) para análise da glicose. Em seguida, centrifugou-se o material por um período de dez minutos a 3.500 RPM, e posteriormente as alíquotas do soro e do plasma foram acondicionadas em ultra freezer (−80°C) utilizando tubos tipo *Eppendorf*.

A avaliação do perfil metabólico ocorreu por meio das variáveis correspondente ao perfil energético (glicose²⁵, frutossamina²⁶, Betahidroxiubutirato²⁷-*BHB* e os ácidos graxos não esterificados²⁸-*AGNEs*); perfil hormonal (*insulina* e *cortisol*)²⁹, pelo método eletroquimioluminescência³⁰; perfil proteico (proteína total³¹-*PT*, albumina³², globulina e ureia³³); perfil mineral (cálcio total³⁴- *CaT*, fósforo³⁵- *P*, magnésio³⁶- *Mg* e cloro³⁷- *Cl*), analisados em aparelho bioquímico semiautomático³⁸, assim como os íons sódio (*Na*) e potássio (*K*) que foram determinados em analisador de eletrólitos³⁹.

Na avaliação estatística, as variáveis estudadas foram interpretadas por meio da análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o método de Tukey para os contrastes entre as médias, com diferença mínima significativa para $\alpha = 0,05$. Realizou-se, também, a determinação dos coeficientes de correlação de Pearson, para verificar o grau de relação entre os pares das variáveis ao nível de 5 % de probabilidade (CURI, 1997). Os dados foram analisados por meio do programa computacional Sigma Start 3.1.

²⁵ Glicose PAP Liquiform, Labtest Diagnóstica S.A.

²⁶ Frutossamina Ref 97-6/15, Labtest Diagnóstica S.A.

²⁷ BHB/Rambut Randox Ref RB1008, Laboratories Ltd

²⁸ Randox NEFA Ref FA115, Laboratories Ltd

²⁹ Kits comerciais de Cortisol e Insulina Cobas – Roche

³⁰ Beckman coulter

³¹ Proteínas Totais Ref 99-250 Labtest Diagnóstica S.A.

³² Albumina Ref 19-1/250, Labtest Diagnóstica S.A.

³³ Ureia CE Ref 27-500, Labtest Diagnóstica S.A.

³⁴ Cálcio Liquiform Ref 90-2/60, Labtest Diagnóstica S.A.

³⁵ Fósforo UV Liquiform Ref 12-200, Labtest Diagnóstica S.A.

³⁶ Magnésio Ref 50-200, Labtest Diagnóstica S.A.

³⁷ Cloretos Ref 49, Labtest Diagnóstica S.A.

³⁸ Bioplus 2000

³⁹ Roche Mod. 9180, Electrolyte Analyzer, SnapPak Ref 03112349, Cobas Diagnostics

RESULTADOS

Perfil energético

Ao pesquisar os níveis glicêmicos observou-se que, ambos os grupos, apresentaram elevação significativa ($P < 0,001$) da glicose no momento do parto, alcançando valores no G1 de $75,40 \pm 23,5$ mg/dL e no G2 de $65,13 \pm 10,3$ mg/dL. As maiores concentrações foram constatadas nos períodos que precediam o parto, tanto no G1 quanto no G2. Estudando o efeito entre os grupos, houve diferenças ($P < 0,04$) nos 10DAP, no qual a média do G1 ($52,50 \pm 6,10$ mg/dL) foi superior ao do G2 ($44,50 \pm 11,23$ mg/dL). Com relação ao efeito de momento da frutossamina, verificou-se no G2, uma redução significativa ($P < 0,001$) dos seus valores a partir do momento inicial. Entretanto, no G1 o comportamento divergiu ($P < 0,001$) ocorrendo uma elevação no dia do parto. Ao analisar o efeito entre os grupos, percebeu-se diferença ($P < 0,001$), em que as vacas do G1 apresentaram concentrações maiores quando comparadas com as do G2 a partir dos 20DAP, persistindo assim até os últimos momentos (Tabela 1).

Avaliando a mobilização lipídica através dos *AGNEs*, verificou-se efeito de momento em ambos os grupos. No G1 ocorreu uma elevação no instante 40DAP e no G2 esse aumento foi percebido no período 20DAP, revelando diferenças significativas ($P < 0,001$) e ($P < 0,02$), respectivamente, com os demais momentos. Analisando o efeito entre os grupos, observou-se diferenças ($P < 0,05$) entre as vacas do G1 ($1,24 \pm 0,47$ mmol/L) com as do G2 ($0,92 \pm 0,40$ mmol/L) no período 40DAP. Entretanto, notou-se o inverso no momento 20DAP ($0,66 \pm 0,38$ mmol/L; $1,03 \pm 0,47$ mmol/L) respectivamente. Ao analisar o efeito de momento do *BHB*, constatou-se que a partir do momento inicial (60DAP) o grupo G2 elevou seus valores alcançando o maior limiar no parto, ocorrendo o retorno aos níveis pré estabelecidos. Com relação aos animais do G1 este fato ocorreu aos 40DAP ($P < 0,01$), entretanto, o restabelecimento seguiu no momento posterior. No efeito entre grupos foi possível verificar que houve diferença ($P < 0,05$) apenas no momento do parto, em que o G2 apresentou valores mais elevados ($0,65 \pm 0,20$ mmol/L) quando comparado ao G1 ($0,40 \pm 0,18$ mmol/L), conforme Tabela 1.

Perfil hormonal

O Cortisol apresentou uma elevação significativa ($P < 0,001$) em ambos os grupos no momento do parto cujos valores foram $94,7 \pm 23,8$ nmol/L no G1 e $92,9 \pm 34,9$ nmol/L no G2. Após este momento ocorreu uma diminuição significativa dos valores ($P < 0,001$). Ao analisar a insulina, observou-se que o seu comportamento foi semelhante ao cortisol, havendo elevação

significativa ($P < 0,001$) também no parto (G1 $16,6 \pm 10,9$ pmol/L e G2 $13,7 \pm 9,2$ pmol/L), mais expressiva nas vacas do G1. Avaliando o efeito entre grupos, dessas variáveis, verificou-se que não existiram diferenças ($P > 0,05$) entre eles (Tabela 1).

Perfil proteico

Analisando o efeito de momento da proteína total observou-se uma redução expressiva ($P < 0,001$) no dia do parto em ambos os grupos, cujos valores foram $7,1 \pm 0,82$ mg/dL no G1 e $6,9 \pm 0,68$ mg/dL no G2. Após este período, os níveis tenderam a elevar-se, assemelhando aos valores iniciais. Contudo, avaliando os grupos, constatou-se que não existiu diferença ($P > 0,05$). Estudando o comportamento da albumina notou-se que houve efeito de momento nos dois grupos, o G1 apresentou uma diferença ($P < 0,001$) entre os períodos 10DAP com 10DPP e no G2 entre o instante 10DAP com os momentos subsequentes. Vale ressaltar que os maiores valores desta variável foram verificados no período que antecedeu ao parto. Comparando o efeito entre os grupos percebeu-se que diferenças existiram ($P < 0,001$), em que o G1 apresentou índices superiores ao G2 em todos os momentos. Analisando efeito de momento para variável globulina, observou-se que diferenças ($P < 0,001$) em ambos os grupos, cujos menores valores do G1 ocorreu no periparto, entretanto, o G2 revelou valor baixo, quando comparado com os demais momentos, apenas no dia do parto. Ao avaliar o efeito entre os grupos, constatou-se que houve diferenças ($P < 0,001$), em que as maiores concentrações foram verificadas no G2. Com relação a ureia, existiu efeito de momento apenas no G2 em que seus valores apresentaram uma redução significativa ($P < 0,02$) no instante 20DPP em relação ao momento inicial, logo após ocorreu uma elevação expressiva ($P < 0,016$) desta variável, porém não retomaram os níveis pré-estabelecidos (60DAP). Observando o efeito de grupo constatou-se que diferenças existiram ($P < 0,013$) aos 10DAP, no qual o grupo G1 apresentou valor superior ($36,6 \pm 13,8$ mg/dL) quando comparado ao G2 ($23,8 \pm 10,5$ mg/dL), conforme tabela 1.

Perfil mineral

Analisando os níveis do *CaT* constatou-se efeito de momento ($P < 0,05$), encontrando os maiores valores desse mineral no pré-parto em ambos os grupos. Com relação ao efeito entre os grupos, diferenças existiram ($P < 0,009$) entre os momentos 40DAP, 20DAP, 10DAP e 10DPP, nos quais as vacas híidas apresentaram valores mais elevados. Ao verificar os índices de *P*, também foi constatado diferença ($P < 0,001$) entre os momentos, em que os menores valores foram percebidos no pós-parto, entre os períodos 10DPP e 40DPP, nos grupos G1 ($5,63 \pm 1,08$

mg/dL) e no G2 ($5,79 \pm 1,16$ mg/dL). Comparando os grupos, foi observado diferenças ($P < 0,002$) notando que os valores do G2 foram superiores aos do G1 a partir dos 20DPP, até o momento final (Tabela 2).

Quanto a concentração de *Mg*, constatou-se diferença significativa ($P < 0,001$) apenas no G2, em que o maior valor foi observado no momento 40DPP ($2,50 \pm 0,37$ mg/dL), enquanto no G1 este resultado foi encontrado no dia do parto ($2,61 \pm 0,52$ mg/dL), porém não foram observados diferenças entre os momentos ($P > 0,05$). Analisando efeito de grupo houve diferenças ($P < 0,001$) entre os períodos de 40DAP até 10DPP, verificando valores superiores nas vacas do G1.

Com relação aos níveis plasmáticos do *K* não foi observado diferenças ($P > 0,05$) entre momentos nem entre os grupos. Avaliando os valores do *Na*, observou-se efeito de momento ($P > 0,001$) nos dois grupos, verificando o maior valor ($142 \pm 4,17$) no G1 na última coleta e no G2 elevou-se no dia do parto ($148 \pm 5,18$). Ao compararmos os grupos constatou-se que diferenças existiram ($P < 0,03$) apenas no momento inicial 60DAP. Com relação ao efeito de momento do *Cl* percebeu-se que existiram diferenças ($P < 0,001$) nos grupos G1 e G2, observando uma elevação expressiva a partir do período 20DAP até o parto, logo após, os valores retornaram às concentrações iniciais. Considerando o efeito entre grupos diferenças existiram ($P < 0,001$), nos quais o G1 mostrou valores mais elevados ao longo de todos os momentos (Tabela 2).

Estudo de correlação

Analisando os coeficientes de correlação que apresentaram importância biológica dos principais indicadores bioquímicos estudados, constatou-se: relação forte e positiva nos dois grupos, para as variáveis: *CaT* e Albumina no G1 ($r=0,81$) e no G2 ($r=0,71$), glicose e cortisol no G1 ($r=0,76$) e no G2 ($r=0,81$), Insulina e Cortisol no G1 ($r=0,94$) e no G2 ($r=0,97$), Insulina Glicose no G1 ($r=0,83$) e no G2 ($r=0,73$). As que apresentaram correlação forte e positiva apenas no G1 foram a Glicose com a Ureia ($r=0,69$) e a Frutosamina ($r=0,82$), além do *BHB* e o *AGNEs* ($r=0,67$).

DISCUSSÃO

O período final de gestação e início de lactação representam riscos à saúde dos animais, como pode ser observado neste trabalho, em que 17 das 39 vacas acompanhadas apresentaram algum tipo de enfermidade durante o período de transição, uma vez que neste momento esses animais foram submetidos a intensos desafios de adaptações metabólicas. Resultado que corrobora com os descritos por Duffield et al. (2002) e Drackley et al. (2005) os quais relataram que uma em cada duas a três vacas sucumbe a algum tipo de problema sanitário durante o período de transição, em decorrência de falhas no pré-parto, que irão predispor às desordens metabólicas e reprodutivas, sobretudo em rebanhos de alta produção, demonstrando a fragilidade do sistema. Segundo Head & Gulay (2001) mudanças no estado fisiológico das vacas ocorrem nesta fase a fim de prepará-las para o parto e a lactogênese, Leblanc et al. (2006), acrescentam que este é o período de maior alteração no metabolismo. Pois, segundo o NRC (2001) observa-se redução na ingestão de alimento, agravando o balanço energético negativo. Contudo, o monitoramento e a identificação precoce de transtornos metabólicos são importantes e podem ser avaliados por meio de indicadores bioquímicos analisados no soro sanguíneo, conforme recomendam Leblanc (2010) e Oetzel & Goof (2008).

Embora a maioria das manifestações dessas enfermidades ocorram logo após o parto, sua origem está associada à negligências observadas no final da gestação. Os animais desse experimento foram desafiados mais intensamente no primeiro mês pós secagem, quando a alimentação era deficiente, conforme pode-se observar nos resultados dos metabólitos estudados. Contudo, essa falha repercutiu na ocorrência de algumas doenças. Para prevenir este acontecimento é necessário otimizar o consumo de matéria seca, adotando técnicas para melhorar o manejo nutricional, a qualidade dos alimentos e da água, facilitando o acesso adequado e garantindo o bem-estar das vacas (DRACKLEY, 1999), além de oferecer dieta com densidade energética maior para aumentar a concentração de ácido propiônico. Pois mais de 50% da área de absorção pode ser perdidos nas primeiras sete semanas do período seco em animais com alimentação precária, e o retorno de crescimento dessas papilas ocorre com a introdução de alimento concentrado, algumas semanas antes do parto (DIRKSEN et al., 1985).

A redução dos níveis glicêmicos dos grupos estudados, do pré-parto para o pós-parto, também foram descritos por Oliveira et al. (2003) em um estudo realizado com búfalas e por Setia et al. (1992) em outro trabalho desenvolvido com vacas. Para Bergman (1983) essa redução nos valores de glicose durante o período de transição, se deve a demanda dessa variável para glândula mamária produzir lactose. Foi observado elevação no momento do parto, nos dois

grupos, segundo Vazquez-añon (1994) a concentração plasmática de glicose permanece estável, ou aumenta rapidamente durante os dias próximo ao parto, atingindo seu maior valor no dia do parto e decrescendo imediatamente no pós-parto. Contudo, merece destaque a diferença que existiu entre os grupos no instante 10DAP, em que o G2 apresentou resultado abaixo do limite mínimo de referência de 45 mg/dL e 75 mg/dL (KANEKO et al. 2008). Em todo período do pós parto, os valores do G1 foram inferiores ao do G2, embora não tenha sido observado diferenças significativas, provavelmente este achado deve estar associado a maior produção leiteira dos animais sadios. Segundo Corrêa et al. (2010) pode ocorrer adaptações após a primeira ordenha, em que os níveis de glicose decrescem abruptamente, devido à mobilização de nutrientes para produção de colostro e leite. Herdt (1988) observou que vacas de alta produção podem requerer até 80% do suprimento total de glicose para lactogênese, situação que explica a queda da glicose dos animais hípidos ao longo de todo pós-parto.

Em ambos os grupos destacou-se os menores valores de frutossamina no pós-parto. Conforme Kaneko et al. (2008) a realização desse teste revela alterações nos níveis glicêmicos ocorridas nas últimas duas a três semanas, assim como foi verificado neste estudo por meio da forte correlação positiva entre a glicose e a frutossamina e também observando glicemia com valores menores, especialmente após o parto nos dois grupos. Thrall (2006) acrescenta que a mensuração desta variável é um parâmetro mais confiável para avaliação do metabolismo da glicose, uma vez que indica a concentração sanguínea dias anteriores ao exame (± 15 dias), o que permite uma intervenção clínica em tempo hábil.

Neste trabalho foi observado diferenças entre os grupos a partir do instante 20DAP até o último momento, observando no G2 valores inferiores aos de referência para bovinos que é de 213,4 a 265 $\mu\text{mol/L}$, conforme preconiza Jensen et al. (1993). Portanto, este metabólito é uma proteína glicosada, termo que se refere a combinação da glicose com proteínas séricas do sangue, sobretudo a albumina (THRALL, 2006; KANEKO et al., 2008), proteína esta que também encontrava-se em níveis baixos no período do pós-parto, o que poderia justificar esses valores menores. Segundo Ambruster (1989) a frutossamina é estável, e sua degradação, ocorre durante o catabolismo das proteínas. O nível sérico depende da média da concentração da glicose durante as duas semanas anteriores e a meia vida das proteínas sanguíneas, é de extrema importância pois não está sujeita a mudanças em decorrência de hiperglicemia transitória, como é constatado no instante do parto em que ocorreu elevação momentânea da glicemia.

Em ambos os grupos foi observado uma elevação dos níveis de *AGNEs* no pré-parto, e que o G2 apresentavam concentrações elevadas desde o momento inicial das coletas, atingindo

seu maior valor no início do período de transição. Segundo a literatura, esses resultados demonstram que houve uma lipólise mais intensa no período do pré-parto, pois Oetzel & Goof (2008) afirmam que valores de *AGNEs* superiores a 0,4mmol/L são indicativos de lipomobilização. Ospina et al. (2010) alertam sobre os riscos de transtornos metabólicos quando os níveis séricos dessa variável estão elevados na semana antes do parto, permanecendo até a semana posterior. Contudo, esse aumento durante o peri-parto, pode ser usado para identificar animais em potencial risco de distúrbios no pós-parto (LEBLANC et al., 2005; OSPINA et al., 2010; CHAPINAL et al., 2011).

As diferenças entre grupos no início do período de transição, principalmente nos animais do G2 (índices mais elevados), retratam mobilização lipídica maior em um período de intensas alterações metabólicas que poderia estar associado ao maior risco na ocorrência das enfermidades encontradas neste grupo. Huzzey et al. (2011) relatam que existe de fato relação mais forte entre altos índices de *AGNEs* no pré-parto com desenvolvimento de múltiplos distúrbios após o parto, como por exemplo a retenção de placenta, o deslocamento de abomaso, a hipocalcemia e a cetose. Sugerindo, portanto que o equilíbrio energético negativo tem um importante papel na patogênese destas enfermidades. Segundo LeBlanc et al. (2005) e Ospina et al. (2010) valores dessa variável acima de 0,5mEq/L, aumentam em quase duas vezes a possibilidade das vacas apresentarem retenção de placenta e metrite. Para Lacetera et al. (2005) existe relação entre a expulsão da membrana fetal com o efeito negativo de *AGNEs* sobre alguns aspectos da função imunológica o que justificaria a ocorrência dos distúrbios encontrados nesta pesquisa.

Avaliando o *BHB*, como reflexo dessa mobilização lipídica verificado na correlação fortemente positiva com o *AGNEs*, como constatado nos dois grupos, o G1 apresentou um aumento no instante 40DAP reduzindo seus índices nos períodos seguintes, entretanto no G2, também houve essa elevação, porém seu maior valor ocorreu no momento do parto, o que representou uma dificuldade de adaptação metabólica das vacas deste grupo com relação ao perfil energético. Segundo LeBlanc et al. (2005), a concentração dessa variável aumenta nos últimos três dias que antecedem ao parto. Entretanto, vários autores descrevem que essa elevação ocorre após o parto (LIEN et al., 2010; CINCOVIC et al., 2012). Garcia (2010) e Moreira (2013), estudando o período de transição de vacas, encontrou a maior concentração no quinto dia após o parto. Os resultados desse metabólito, encontrado neste trabalho, em média variou entre $0,34 \pm 0,11$ mmol/L a $0,56 \pm 0,21$ mmol/L no G1 e $0,37 \pm 0,09$ mmol/L a $0,65 \pm 0,20$ mmol/L no G2, resultados semelhantes aos descritos por Chung et al. (2008), Moreira

(2013) e Alvarenga et al. (2015) realizados durante o final da gestação e início da lactação com vacas leiteiras. Este corpo cetônico é o parâmetro bioquímico de maior confiabilidade devido a sua estabilidade, quando encontrado em níveis elevados demonstra um quadro de déficit energético grave (DALIA et al., 2008). Normalmente estão presentes no sangue de ruminantes adultos constituindo uma importante fonte de energia (FOSTER, 1988). A determinação dos seus teores sofrem variações induzidas pela alimentação e a sua elevação ocorre no momento após o aumento das concentrações de *AGNEs* (BUSATO et al., 2002), conforme foi observado neste estudo.

Ao mesmo tempo que ocorre a mobilização energética o cortisol é acionado como fonte gliconeogênica, apresentando correlação forte e positiva com a glicose e a insulina. Com isso pôde-se constatar que a elevação expressiva no momento do parto em ambos os grupos, se assemelha aos resultados descritos por Nikolie et al. (2003) em um estudo no periparto, mostrando que os maiores valores também foram observados no dia do parto, contudo, concentrações elevadas se mantiveram ainda na terceira semana do pós-parto, situação esta que distingue dos animais do G1, em que valores elevados do pós-parto foram verificados nos últimos momentos de observação (40DPP e 60 DPP), provavelmente este achado deve estar relacionado com a maior produção e o início do pico de lactação desse grupo de vacas sadias. Campos et al. (2008) ratificam esse aumento do hormônio à produção de leite. Herdt (2000) relata que o cortisol tem um papel gliconeogênico importante antes, durante e após o parto, inclusive o nível sérico dessa variável é relacionado com o metabolismo materno durante a lactação. Beerda et al. (2004) afirmam que este potente efeito gliconeogênico, de fato, é uma das ações fisiológicas desse hormônio, caracterizando como seu principal papel no peri-parto. Sua elevação tem sido associada a consequências para saúde das vacas, pois segundo Huzzey et al. (2011) animais que apresentaram concentrações plasmáticas de cortisol $> 34,1$ nmol/L durante as duas últimas semanas do pré-parto, apresentaram 2,5 mais chances de desenvolver distúrbios metabólicos. Essas concentrações mais altas podem exacerbar a imunossupressão, comprometendo a quimioatração e função dos neutrófilos (CAI et al., 1994). Peter & Bosu (1987) também relataram que as vacas que passaram a desenvolver retenção de placenta tinham concentrações mais altas de cortisol uma semana antes do parto. Situação que não foi verificada neste estudo, como também não foi constatado diferenças entre grupos.

Comportamento semelhante ao cortisol, foi observado com a insulina que apresentou elevação no dia do parto, nos dois grupos. Segundo Engelking (2010) existe um aumento da liberação desse hormônio em resposta à elevação da glicemia, como pode ser observado na

relação forte e positiva entre essas variáveis, assim como foi constatado nos grupos G1 e G2, para síntese ou biotransformação da glicose, este mecanismo é sinérgico com as células Beta pancreáticas, afim de elevar a produção de insulina. Este autor acrescenta ainda que ela estimula a glicólise e promove a formação de precursores para a síntese de ácidos graxos, inibindo a betaoxidação e consequentemente a produção de corpos cetônicos.

A insulina demonstrou-se estável nos demais momentos ao longo do experimento. Segundo Campos et al. (2009) esse hormônio, de fato não demonstra alterações dramáticas que possam ser evidenciadas, descrevendo valor médio de 18,5 $\mu\text{m/L}$, divergindo dos observados neste estudo, na qual os valores foram inferiores aos descritos por este autor. A literatura descreve este metabólico como o principal hormônio regulador da glicemia em mamíferos, mesmo em ruminantes em que ocorre um fluxo constante de precursores gliconeogênicos a partir do rúmen, esse interesse está relacionado com a adequada síntese de lactose (HOLTENIUS et al., 2003). Contudo, Bell & Bauman (1997) relatam que uma resistência à insulina tem sido associada em ruminantes no período periparto, como estratégia metabólica para priorizar nutrientes para funções importantes como crescimento fetal e produção de lactose, a partir do tecido adiposo. Com relação ao efeito entre os grupos não foi observado diferenças.

Analisando a proteína total, constatou-se que, embora não tenha existido diferenças entre os grupos, verificou-se diferença no momento do parto com os demais períodos, em que foi observado os menores valores nos dois grupos. Este resultado concorda com os descritos na literatura, relatando diminuição acentuada no dia do parto em decorrência da transferência de imunoglobulinas para a síntese de colostro na glândula mamária, como parte de um processo fisiológico e que se estende nos primeiros dias de lactação (NATH et al., 2005; SAUT, 2008), conforme observado neste estudo.

Contudo, em um trabalho realizado por Oliveira et al. (2014) verificou-se que as concentrações das *PT* já se apresentavam baixas no pré-parto e Contreras (2000) atribui essa redução antes do parto a uma deficiência nutricional. Entretanto, Alvarenga et al. (2015), relataram não existir diferenças nas concentrações séricas de *PT* entre os momentos pré e pós-parto, seus valores permaneceram estáveis, porém, as concentrações dessa variável estavam situados acima do limite superior de referência, situação esta que se assemelha a encontrada em alguns momentos deste estudo, em que os valores apresentaram-se um pouco acima do limite superior de referência para espécie que é de 6,8 a 7,5 mg/dL segundo Kaneko et al. (2008).

Com relação a albumina, a redução verificada em ambos os grupos a partir do instante 10DAP até os momentos finais foram mais expressivo nas vacas do G2, resultados parecidos foram relatados por Gonçalves & Kozicki (1997) em que descreveram uma diminuição das concentrações séricas dessa variável no pós-parto. Essas alterações podem estar relacionadas a maior demanda de proteína para glândula mamária, além da capacidade de síntese hepática (PARK et al., 2010). Campos et al. (2004) complementaram que essa diminuição ocorre depois do parto e recupera seus níveis à medida que a lactação avança. Vários estudos relatam que a queda da albumina no periparto pode ser restabelecida, desde que o aporte de proteínas na dieta seja apropriado, caso isso não ocorra, essa diminuição pode persistir por dois ou até três meses pós-parto (CONTRERAS, 2000; GONZÁLEZ & SILVA 2006; KANEKO et al., 2008). Entretanto, Oliveira et al. (2014) e Alvarenga et al. (2015) descreveram resultados diferentes, relatando que os valores não apresentaram diferenças entre os momentos durante o período de transição. Contudo, neste estudo os valores de todos os momentos, dos dois grupos, mostraram-se inferiores aos de referência 3,0 - 3,6 mg/dL (KANEKO et al., 2008) o que pode ter sido reflexo do balanço energético negativo, expondo as vacas, sobretudo do G2, aos transtornos ocorridos. Pois, diferenças entre grupos existiram e que as vacas do G2 apresentaram níveis mais baixos dessa variável ao longo do experimento, embora os animais dos dois grupos terem sido submetidos à mesma dieta.

A globulina revelou valores acima do limite superior para espécie que é de 3,9 mg/dL, conforme Kaneko et al. (2008), em ambos os grupos, com uma redução significativa no período do periparto. Segundo González & Silva (2008) e Saut (2008) observa-se, nesta fase, uma queda da concentração de proteína total e de globulina pois, ocorre uma mobilização de imunoglobulinas para composição do colostro, principalmente de IgG1. Moraes et al. (1997) e Moreira (2013) também relataram essa diminuição dos níveis séricos desta variável próxima ao parto. Com relação ao efeito de grupo, verificou-se concentrações significativamente maiores no G2. Para González & Rocha (1998) a hiperglobulinemia, em vacas lactantes, está associada sobretudo a transtornos sanitário, sendo considerada um importante indicador de processos inflamatórios, o que justifica os valores superiores no grupo das vacas que apresentaram algum tipo de enfermidade. Constatou-se ainda relação A/G baixa nos processos inflamatórios em que observa-se as globulinas aumentadas, no qual há grande produção de imunoglobulinas e proteínas de fase aguda em resposta ao estímulo antigênico com isso haverá inibição da síntese de albumina no fígado como mecanismo compensatório para manter constante o nível protéico total e, portanto, a pressão osmótica sanguínea.

O comportamento da ureia, constatando-se que houve uma queda significativa dos seus valores no momento 10DAP no grupo dos animais enfermos, enquanto no G1 os níveis desse metabólico permaneceram estáveis ao longo dos momentos. De modo geral, os resultados foram semelhantes aos descritos por Oliveira et al. (2001), em que trabalharam com vacas Holandesas em lactação e encontraram concentrações de ureia no plasma com comportamento linear, variando de 35,52 mg/dL a 49,52 mg/dL. Contudo, toda amônia que é convertida em ureia no organismo decorre da proteína degradada e a taxa de incorporação de amônia na proteína microbiana, portanto, alto consumo de proteína no rúmen, resulta em alta concentração de ureia sérica, sendo este um indicador sensível e imediato da ingestão proteica (HERDT, 2000). Essa queda nos níveis dessa variável, observada no G2, provavelmente deve está associada a uma diminuição, mais acentuada neste grupo, da ingestão de alimento no final da gestação predispondo à transtornos metabólicos. Pois a síntese da ureia ocorre a partir da amônia proveniente do catabolismo dos aminoácidos e da reciclagem de amônia do rúmen e os seus índices são analisados em relação ao nível de proteína na dieta (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2002).

Os valores do *CaT* foram superiores no momento do pré-parto, com posterior redução, inclusive abaixo do limite inferior de referência 8,5-10 mg/dL (GOFF, 2004), a partir do parto em ambos os grupos, sendo mais expressivos no grupo G2, que já apresentaram suas concentrações no limite inferior para espécie no início do período de transição, vários estudos relataram uma redução dos níveis de cálcio com aproximação do parto, observando o menor valor no dia do parto (GOFF & HORST 1997; BUTURE, 2009; MOREIRA et al., 2015). Esta queda, possivelmente, está associada com a alta demanda desse mineral para produção de colostro e leite (GOFF, 2004; DEGARIS & LEAN 2008). Concentrações médias de cálcio no dia do parto semelhantes as deste estudo foram descritas por Souza Júnior et al. (2011) e De Paula (2011).

Observou-se ainda diferenças entre os grupos no início do período de transição, em que os menores valores foram verificados nos animais do G2, o que provavelmente poderia ter colaborado de forma direta na ocorrência dos transtornos observados neste grupo. Segundo a literatura os níveis baixos de cálcio podem contribuir para inapetência em vacas no pós-parto, agrava a imunossupressão e predispõe os animais ao desenvolvimento dos mais diversos tipos de transtornos metabólicos (GOFF, 2008; MARTINEZ, et al., 2012), conforme foi constatado neste estudo.

Analisando o comportamento do *P* foi possível constatar diferenças entre os momentos nos dois grupos, cujos menores valores foram verificados a partir do parto, tanto no G1 quanto no G2, porém dentro dos valores de normalidade 4 a 8 mg/dl (GOFF, 2004). Este achado condiz com os relatados por Goff (2006) e Moreira et al. (2015) que encontraram concentrações deste mineral menores no pós-parto. Porém, alguns trabalhos não observaram diferença entre os momentos no peri-parto (DE PAULA et al., 2011; ALVARENGA et al., 2015). Outros estudos relataram uma redução dessa variável apenas no dia do parto (NRC, 2001; BUTURE, 2009). Observou-se que os menores valores nos momentos finais das vacas sadias, provavelmente tenha ocorrido devido à maior produtividade deste grupo. Segundo Goff (2006), durante a lactação, de fato a vaca necessita mobilizar uma grande quantidade de fósforo para produção de leite.

Com relação aos valores do *Mg*, observou-se diferença entre os grupos cujos níveis mais baixos ocorreram durante o período de transição do G2, essa redução pode ser caracterizada por uma ingestão insuficiente, uma vez que este mineral não possui mecanismo homeostático de controle (GOFF, 2004). Segundo Corbellini et al. (1992), entre as causas que justificam sua diminuição estão: o excesso de *K* na alimentação ou qualquer situação de estresse, além de insuficiência de energia solúvel no rúmen e esta condição de deficiência energética foi observada no grupo das vacas que apresentaram algum tipo de distúrbios sanitários. Contudo, normalmente, o pasto representa uma ótima fonte de *Mg* (CASTRO et al., 2009). No estudo realizado por Corbellini et al. (1992) com vacas leiteiras, observaram que 37,9% apresentavam hipomagnesemia subclínica durante o período de transição. Esta condição incrementa a susceptibilidade dos animais à hipocalcemia, pois, níveis baixos desse mineral dificulta a mobilização do *Ca* ósseo, por causar menor secreção do paratormônio (CORBELLINI, 1998), e como transtornos pode-se observar hiperexcitabilidade, retenção de placenta, distúrbios digestivos e queda na produção de leite (GONZÁLEZ, 2000), situação esta observada nas vacas do G2, em que os valores de *CaT* também, apresentaram-se baixos.

Os níveis de *K* não apresentaram variação entre os grupos, permanecendo estáveis ao longo de todo experimento, com os valores dentro do limite de referência para a espécie (4,0 – 8,0 mg/dL GOFF, 2000). Este comportamento também foi relatado por Alvarenga et al. (2015). O sódio apresentou discreta variação dos seus valores nos dois grupos, não apresentando efeito entre os grupos. Segundo González (2000) a deficiência desse mineral é comum em ruminantes que não recebem suplementação mineral, o que não é o caso dos animais deste experimento. Ao analisar o *Cl* constatou-se diferenças entre grupos a partir do início do período de transição

até os momentos finais, em que as vacas do G2 apresentaram valores inferiores aos do G1 durante todo o experimento, porém as concentrações dos dois grupos permaneceram dentro dos limites de normalidade que é de 97 a 111 mg/dL conforme recomendam Kaneko et al. (2008). Esses três minerais são macroelementos, portanto o organismo requer uma maior quantidade para suprir as necessidades do organismo, estando envolvidos na manutenção da pressão osmótica e dos sistemas tampão nos fluidos intra e extracelulares, no transporte de nutrientes e na transmissão de impulsos nervosos (GONZÁLEZ, 2000). A deficiência de *Na* e *Cl* leva principalmente à perversão do apetite, ocorrendo redução da produção leiteira. O potássio é o principal cátion intracelular, sendo que suas funções estão correlacionadas especialmente ao sódio e cloro (FERREIRA et al., 2005).

CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que os metabólicos glicose, albumina, ureia, cálcio, fósforo e magnésio já sinalizam precocemente a deficiência nutricional, em decorrência da negligência no manejo durante o final da gestação que repercutiu em um balanço energético negativo mais intenso no período de transição, o que comprometeu o mecanismo de adaptação das vacas, aumentando os riscos e conseqüentemente contribuindo para maior ocorrência das doenças no rebanho. Com isso é possível afirmar que dentro de uma mesma propriedade com condições sanitárias e ambientais idênticas, alguns grupos, como os animais do período de secagem, são mais desafiados em um momento de maior exigência, quando não atendida de forma satisfatória, implicando negativamente na saúde e produção das lactantes.

REFERÊNCIAS

1. ALVARENGA, Emerson A. et al. Evaluation of the metabolic profile of Holstein cows during the transition period. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 281-290, 2015.
2. ARMBRUSTER, David A. Fructosamine: structure, analysis, and clinical usefulness. **Clinical Chemistry**, v. 33, n. 12, p. 2153-2163, 1987.
3. BEERDA, B. et al. Effects of milk production capacity and metabolic status on HPA function in early postpartum dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 87, n. 7, p. 2094-2102, 2004.
4. BELL, Alan W.; BAUMAN, Dale E. Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation. **Journal of mammary gland biology and neoplasia**, v. 2, n. 3, p. 265-278, 1997.
5. BERGMAN, E. N. The pools of cellular nutrients: glucose. **Dynamic Biochemistry of Animal Production. World Animal Science A3 Netherlands**, p. 173-196, 1983.

6. BUSATO, A. et al. Body condition scores in dairy cows: associations with metabolic and endocrine changes in healthy dairy cows. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v. 49, n. 9, p. 455-460, 2002.
7. BUTURE, I. O. **Avaliação metabólica de bovinos leiteiros no periparto como forma de diagnóstico precoce da hipocalcemia da vaca leiteira**. 2009. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado em Ciência Animal, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. 173p.
8. CAI, Tian-Quan et al. Association between neutrophil functions and periparturient disorders in cows. **American Journal of Veterinary Research**, v. 55, n. 7, p. 934-943, 1994.
9. CALDEIRA, R. M. et al. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. **Small Ruminant Research**, v. 68, n. 3, p. 233-241, 2007.
10. CAMPOS, R.; CARREÑO, E. S.; D GONZÁLEZ, F. Perfil metabólico de vacas nativas colombianas. **Orinoquia**, v. 8, n. 2, p. 32-41, 2004.
11. CAMPOS, Rómulo et al. Indicadores do controle endócrino em vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a composição do leite. **Acta scientiae veterinariae. Porto Alegre, RS. Vol. 33, n. 2 (2005), p. 147-153**, 2005.
12. CAMPOS, Romulo et al. Parâmetros hematológicos e níveis de cortisol plasmático em vacas leiteiras de alta produção no Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 45, n. 5, p. 354-361, 2008.
13. CAMPOS, Rómulo et al. Cortisol e sua relação com a regulação endócrina no período de transição em vacas leiteiras sob condições do trópico colombiano. **Ciência Animal Brasileira**, v. 1, p. 790-794, 2009.
14. CASTRO, D.; RIBEIRO, C.; SIMÕES, J. Medicina da produção: monitorização do balanço energético negativo (BEN) em vacas leiteiras. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 10, n.4, p. 1-11, 2009.
15. CHAPINAL, N. et al. The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 10, p. 4897-4903, 2011.
16. CHUNG, Y.-H. et al. Effects of prepartum dietary carbohydrate source and monensin on periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. **Journal of dairy science**, v. 91, n. 7, p. 2744-2758, 2008.
17. CINCOVIĆ, R. M. et al. Influence of lipolysis and ketogenesis to metabolic and hematological parameters in dairy cows during periparturient period. **Acta Veterinaria**, v. 62, n. 4, p. 429-444, 2012.
18. CONTRERAS, P. et al. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: UFRGS**, p. 23-30, 2000.

19. CORBELLINI, Carlos N. Etiopatogenia e controle da hipocalcemia e hipomagnesemia em vacas leiteiras. **Seminário Internacional Sobre Deficiências Minerais em Ruminantes. Editora da UFRG, Porto Alegre**, p. 1-17, 1998.
20. CORBELLINI, C. N.; et al. **Tetania Hipomagnésémica em bovinos**. Boletim Informativo (Serie Técnica) N°23. Proyecto Ganadero E. E. A. INTA Pergamino, Argentina, p. 1-8. 1992.
21. CORRÊA, M. N.; GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, SC da. Transtornos metabólicos nos animais domésticos. **Editora e Gráfica Universitária, Pelotas. 520p.[Links]**, 2010.
22. CURI, P. R. 1997. **Metodologia e Análise da Pesquisa em Ciências Biológicas**. Tipomic, Botucatu. 263p.
23. CASTRO, D.; RIBEIRO, C; SIMÕES, J. Medicina da produção: monitorização do balanço energético negativo (BEN) em vacas leiteiras – Herd health management: negative energy balance (NEB) evaluation in dairy cattle. **REDVET**. Revista electrónica de Veterinaria. Volumen 10, Número 4. p.1695-7504. 2008.
24. DIRKSEN, G. U.; LIEBICH, I. I. G.; MAYER, E. Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. **Bovine Practitioner**, v. 20, p. 116-120, 1985.
25. DIRKSEN, G.; GRÜNDER H. D. & STÖBER M. 1993. **Exame Clínico dos Bovinos**. Rio de Janeiro. 419p.
26. DRACKLEY, James K. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 11, p. 2259-2273, 1999.
27. 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.
28. 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.
29. DE PAULA, V. M.; FREITAS, M. D.; MOREIRA, T. F.; et al. Perfil mineral e bioquímico de vacas leiteiras no período de transição em um sistema semintensivo em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO BUIATRIA. Goiânia. **Veterinária e Zootecnia**, São Paulo. p.650-654. 2011.
30. DUFFIELD, T. et al. Parturition monensin for the reduction of energy associated disease in postpartum dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 85, n. 2, p. 397-405, 2002.
31. DUFFIELD, T. F.; LEBLANC, S. J. Interpretation of serum metabolic parameters around the transition period. In: **Southwest Nutrition and Management Conference**. 2009. p. 106-114.
32. DUFFIELD, T. F. et al. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 2, p. 571-580, 2009.

33. ENEMARK, Jörg Matthias Dehn; JØRGENSEN, Rolf Jess; KRISTENSEN, Niels Bastian. An evaluation of parameters for the detection of subclinical rumen acidosis in dairy herds. **Veterinary Research Communications**, v. 28, n. 8, p. 687-709, 2004.
34. FERREIRA, P. M. et al. **Doenças carenciais e suplementação mineral**. Escola de Veterinária de UFMG. Centro de Extensão, abril, 2005. (apostila).
35. FOSTER, L. A. Clinical Ketosis. **Veterinary Clinics of North America**. Food Animal Practice, v. 4, p. 253-267, 1988.
36. FRIGOTTO, T. A. **Monitoramento clínico e produtivo de vacas leiteiras no período de transição**. 2010. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 61p.
37. GARCIA, A. M. B. **Avaliação metabólica de vacas leiteiras submetidas a diferentes estratégias de prevenção do balanço energético negativo no pós-parto**. 2010. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre. 66p.
38. 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, 1997.
39. GOFF, Jesse P. Macromineral disorders of the transition cow. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 20, n. 3, p. 471-494, 2004.
40. GOFF, Jesse 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, n. 3, p. 237-257, 2006.
41. GOFF, Jesse P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. **The Veterinary Journal**, v. 176, n. 1, p. 50-57, 2008.
42. GONÇALVES, D.; KOZICKI, L. E. Perfis bioquímicos e imunológicos no período periparto de vacas leiteiras com e sem retenção de placenta. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 34, n. 6, p. 364-370, 1997.
43. GONZÁLEZ, Félix HD; ROCHA, J. A. Metabolic profile variations and reproduction performance in Holstein cows of different milk yields in southern Brazil. **Arquivo da Faculdade de Veterinária da UFRGS**, v. 26, p. 52-64, 1998.
44. GONZÁLEZ, F. H. D.; GONZÁLEZ, F. D.; BARCELLOS, J. Uso do perfil metabólico no diagnóstico de doenças metabólico-nutricionais em ruminantes. In: GONZÁLEZ, F.; BARCELLOS, J.; OSPINA, H. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 89-106, 2000.
45. GONZÁLEZ, F. H. D. & SILVA, S. C. **Introdução à Bioquímica Clínica**. Veterinária. 2ª ed. Editora da UFRGS, Porto Alegre. 364p. 2006.

46. GONZÁLES, F. H. D.; SILVA, S. C. **Patologia clínica veterinária: texto introdutório**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 342 p. 2008.
47. GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: **Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais**. 29º Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária. Gramado, Brasil. 5 – 17p. 2002.
48. HEAD, H. H.; GULAY, M. S. Recentes avanços na nutrição de vacas no período de transição. **Simpósio Internacional de Bovinocultura de Leite: Novos Conceitos em Nutrição**, Lavras. 2001.
49. HERDT, T. H. Fuel homeostasis in the ruminant. **The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 4, n.2, p. 213-232, 1988.
50. HERDT, Thomas H. Ruminant adaptation to negative energy balance: Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 16, n. 2, p. 215-230, 2000.
51. HOLTENIUS, K. et al. Effects of feeding intensity during the dry period. 2. Metabolic and hormonal responses. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 3, p. 883-891, 2003.
52. HUZZEY, J. M.; VIEIRA, D. M.; WEARY, D. M.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Prepartum behavior and dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 90, p. 3220-3233, 2007.
53. HUZZEY, J. M. et al. Associations of prepartum plasma cortisol, haptoglobin, fecal cortisol metabolites, and nonesterified fatty acids with postpartum health status in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 12, p. 5878-5889, 2011.
54. **INMET**, Instituto Nacional de Meteorologia. Acesso em 03 de novembro de 2015 < <http://sisdagro.inmet.gov.br:8080/sisdagro/app/monitoramento/bhs/mapaperiodomedia>.
55. JENSEN, Asger Lundorff; PETERSEN, Mogens B.; HOUE, Hans. Determination of the fructosamine concentration in bovine serum samples. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v. 40, n. 1-10, p. 111-117, 1993.
56. KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W. & BRUSS, M. L. 2008. **Clinical Biochemistry of Domestic Animal**. 6ª ed. Elsevier, San Diego. 918p.
57. KEYSERLINGK, M. A. G.; WEARY, D. M. Conforto e Bem-estar de vacas em período de transição. **Revista leite integral**, Piracicaba – SP, n°73, ano 9, p. 8 – 18, abril, 2015.
58. LEBLANC, S. J.; LESLIE, K. E.; DUFFIELD, T. F. Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 1, p. 159-170, 2005.
59. LEBLANC, S. J. et al. Major advances in disease prevention in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 4, p. 1267-1279, 2006.

60. LEBLANC, S. J. Health in the transition period and reproductive performance. **Advances in dairy technology: Western Canadian Dairy Seminar** Adv. Dairy Technol. V. 22, p.97-110. 2010.
61. LEBLANC, S. Monitoramento e prevenção de doenças em vacas leiteiras em transição. **Revista leite integral**, Piracicaba – SP, n°73, ano 9, p. 38 – 47, abril, 2015.
62. LIEN, T. F. et al. Effects of propylene glycol on milk production, serum metabolites and reproductive performance during the transition period of dairy cows. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 3, p. 372-378, 2010.
63. MARTINEZ, N. 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, n. 12, p. 7158-7172, 2012.
64. MORAES, Mauro Pires et al. Evolução da imunidade passiva em fêmeas bovinas da raça Holandesa. **Ciência Rural**, v. 27, n. 3, p. 435-440, 1997.
65. MOREIRA, T. F. 2013. **Perfil metabólico de vacas leiteiras no período de transição em sistema semintensivo em Minas Gerais no verão e no inverno**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 122p.
66. NATH, H. C. et al. Serum cholesterol and protein in pre, peri and postpartum cows. **Indian Veterinary Journal**, v. 82, n. 5, p. 519-521, 2005.
67. National Research Council/NRC. 2001. Nutritional Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press, Washington DC. 370p.
68. OETZEL, G. R. & GOOF, J. P. Milk fever (parturient paresis) in cows, ewes, and doe goats, In: Andersen D.E. & Rings M. (Eds), **Current Veterinary Therapy Food Animal Practice**. 5th ed. W.B. Saunders, St Louis. p.130-134. 2008.
69. OLIVEIRA, A. S.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-proteicos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 30, n. 5, p. 1621-1629, 2001.
70. OLIVEIRA, Carlos Magno Chaves de et al. The blood and urinary values in the pre and postparturient period of buffaloes, kept on exclusive pasture feeding. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 87-92, 2003.
71. OLIVEIRA, Raphael SBR et al. Metabolic profile in crossbred dairy cows with low body condition score in the peripartum period. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 362-368, 2014.
72. OSPINA, P. A. et al. Evaluation of nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 546-554, 2010.

73. PARK, A. F. et al. Characterization of plasma metabolites in Holstein dairy cows during the periparturient period. **International Journal of Dairy Science**, v. 5, n. 4, p. 253-263, 2010.
74. PETER, A. T.; BOSU, W. T. K. Peripartal endocrine changes associated with retained placenta in dairy cows. **Theriogenology**, v. 28, n. 3, p. 383-394, 1987.
75. POGLIANI, F. C. **Valores de referência e influência dos fatores etários, sexuais e da gestação no lipidograma de bovinos da raça Holandesa, criados no Estado de São Paulo**. 2006. 134p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
76. SAUT, J. P. E. **Influência do puerpério e da retenção dos anexos fetais no proteinograma de fêmeas bovinas da raça Holandesa, criadas no Estado de São Paulo**. 2008. 116p. Tese (Doutorado Medicina Veterinária) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo.
77. SETIA, M. S.; DUGGAL, R. S. & SINGH, R. Biochemical constituents of blood in buffaloes and cows during late pregnancy and different stages of lactation- a longitudinal study. **Buffalo J.** v. 2, p. 123-129, 1992
78. SOUZA JÚNIOR, J. A.; 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: **Anais 9º Congresso Brasileiro de Buiatria, Goiânia, 2011**, Veterinária e Zootecnia. Botucatu, São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2011. p.636-639.
79. THRALL, M. A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. 1ª ed. São Paulo. Roca. 2006. 582p.
80. THRALL, M. A.; WEISER, G.; ALLISON, R. W.; et al. **Veterinary hematology and clinical chemistry**. 2. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2012. 776p.
81. VAZQUEZ-AÑÓN, M.; BERTICS, S.; LUCK, M.; GRUMMER, R. R. & PINHEIRO, J. 1994. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites. in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 6, p. 1521-1528, 1994.

Tabela 1. Valores de média (x), desvios-padrão (s), média geral e níveis de significância do perfil hormonal, energético e proteico de vacas hígdas (G1) e com algum tipo de enfermidade (G2) na fase final de gestação e início da lactação na região do Agreste Pernambucano.

Parâmetros	Grupos	Momentos experimentais									
		-60 DAP	-40 DAP	-20 DAP	-10 DAP	PARTO	10 DPP	20 DPP	40 DPP	60 DPP	MG
Glicose mg/dL	G1	50,40 ± 7,7 ^{bcA}	55,00 ± 7,1 ^{cA}	53,40 ± 5,5 ^{bcA}	52,50 ± 6,1 ^{bcA}	75,40 ± 23,5 ^{aA}	43,80 ± 7,8 ^{bcA}	42,20 ± 5,0 ^{bA}	42,00 ± 7,4 ^{bA}	42,10 ± 8,7 ^{bA}	50,8
	G2	51,22 ± 7,3 ^{bcA}	53,00 ± 6,0 ^{cA}	48,80 ± 10,2 ^{bcA}	44,50 ± 11,4 ^{bcB}	65,13 ± 10,20 ^{aA}	48,80 ± 7,4 ^{bcA}	43,40 ± 6,2 ^{bA}	44,50 ± 8,8 ^{bcA}	44,00 ± 5,9 ^{bcA}	49,3
	MG	50,8	54,0	51,1	48,5	70,3	46,3	42,8	43,3	43,1	
Frutosamina µmol/L	G1	224,70 ± 11,8 ^{abA}	235,50 ± 20,0 ^{abA}	239,70 ± 17,9 ^{aA}	230,40 ± 14,6 ^{abA}	241,70 ± 20,1 ^{aA}	227,90 ± 12,9 ^{abA}	220,20 ± 13,8 ^{bA}	225,60 ± 20,2 ^{abA}	218,10 ± 10,2 ^{bA}	229,31
	G2	233,40 ± 22,2 ^{aA}	233,30 ± 18,7 ^{aA}	220,60 ± 20,2 ^{aB}	212,80 ± 28,8 ^{acB}	221,20 ± 23,5 ^{acB}	184,60 ± 21,9 ^{bbB}	186,00 ± 14,9 ^{bbB}	196,60 ± 14,2 ^{bcB}	188,40 ± 14,3 ^{bbB}	208,54
	MG	229,05	234,40	230,15	221,60	231,45	206,25	203,10	211,10	203,25	
AGNEs mmol/L	G1	0,79 ± 0,21 ^{aA}	1,25 ± 0,47 ^{abB}	0,66 ± 0,38 ^{bA}	0,70 ± 0,44 ^{bA}	0,78 ± 0,32 ^{aA}	0,62 ± 0,36 ^{bA}	0,80 ± 0,50 ^{aA}	0,55 ± 0,39 ^{bA}	0,45 ± 0,18 ^{bA}	0,73
	G2	0,95 ± 0,38 ^{aA}	0,92 ± 0,40 ^{aA}	1,03 ± 0,47 ^{abB}	0,60 ± 0,32 ^{aA}	0,81 ± 0,29 ^{aA}	0,75 ± 0,45 ^{aA}	0,74 ± 0,50 ^{aA}	0,60 ± 0,43 ^{aA}	0,56 ± 0,38 ^{aA}	0,77
	MG	0,87	1,09	0,85	0,65	0,80	0,69	0,77	0,58	0,51	
BETA mg/dL	G1	0,45 ± 0,15 ^{abcA}	0,56 ± 0,21 ^{aA}	0,50 ± 0,13 ^{aA}	0,47 ± 0,10 ^{abcA}	0,46 ± 0,18 ^{abcA}	0,36 ± 0,11 ^{bA}	0,35 ± 0,10 ^{bA}	0,34 ± 0,11 ^{bcA}	0,40 ± 0,09 ^{bA}	0,43
	G2	0,46 ± 0,15 ^{bA}	0,60 ± 0,12 ^{aA}	0,55 ± 0,20 ^{acA}	0,56 ± 0,17 ^{acA}	0,65 ± 0,20 ^{abB}	0,37 ± 0,09 ^{bA}	0,38 ± 0,10 ^{bA}	0,41 ± 0,13 ^{bcA}	0,38 ± 0,11 ^{bA}	0,48
	MG	0,46	0,58	0,53	0,52	0,56	0,37	0,38	0,38	0,39	
Cortisol nmol/L	G1	20,40 ± 12,0 ^{bA}	29,31 ± 17,2 ^{bA}	38,60 ± 32,3 ^{bA}	29,02 ± 16,8 ^{bA}	94,70 ± 23,9 ^{aA}	32,50 ± 24,4 ^{bA}	24,40 ± 17,7 ^{bA}	43,30 ± 23,2 ^{bA}	47,80 ± 20,5 ^{bA}	38,5
	G2	28,70 ± 19,1 ^{bA}	29,70 ± 24,6 ^{bA}	29,20 ± 20,0 ^{bA}	26,10 ± 14,5 ^{bA}	92,90 ± 34,5 ^{aA}	26,90 ± 26,3 ^{bA}	34,90 ± 29,4 ^{bA}	39,06 ± 19,9 ^{bA}	30,40 ± 20,8 ^{bA}	34,8
	MG	24,6	29,5	33,9	27,6	93,8	32,5	29,7	41,2	39,1	
Insulina pmol/L	G1	6,30 ± 2,0 ^{bA}	6,15 ± 2,9 ^{bA}	6,94 ± 2,4 ^{bA}	6,88 ± 2,9 ^{bA}	16,66 ± 10,99 ^{aA}	5,60 ± 2,3 ^{bA}	7,20 ± 2,7 ^{bA}	7,30 ± 1,9 ^{bA}	6,98 ± 4,0 ^{bA}	7,88
	G2	5,70 ± 2,0 ^{bA}	7,00 ± 3,7 ^{bA}	6,10 ± 1,9 ^{bA}	6,90 ± 2,8 ^{bA}	13,70 ± 9,2 ^{aA}	4,90 ± 2,3 ^{bA}	7,40 ± 2,9 ^{bA}	7,70 ± 2,6 ^{bA}	6,40 ± 3,3 ^{bA}	7,31
	MG	6,00	6,57	6,52	6,89	15,18	5,25	7,30	7,50	6,69	
PT mg/dL	G1	8,40 ± 0,80 ^{aA}	8,40 ± 1,05 ^{aA}	8,30 ± 1,2 ^{aA}	7,70 ± 0,98 ^{bA}	7,10 ± 0,80 ^{bA}	7,30 ± 0,9 ^{bA}	7,90 ± 0,90 ^{abA}	8,50 ± 0,80 ^{aA}	8,80 ± 0,84 ^{aA}	8,00
	G2	7,9 ± 1,0 ^{acA}	8,20 ± 0,85 ^{aA}	8,50 ± 0,67 ^{aA}	8,20 ± 0,80 ^{aA}	6,90 ± 0,7 ^{bA}	7,50 ± 0,7 ^{bcA}	7,50 ± 0,6 ^{bcA}	8,50 ± 0,6 ^{aA}	8,70 ± 0,7 ^{aA}	7,99
	MG	8,15	8,30	8,40	7,95	7,00	7,40	7,70	8,50	8,75	
Albmina mg/dL	G1	2,85 ± 0,12 ^{abB}	2,90 ± 0,19 ^{abB}	2,89 ± 0,36 ^{abB}	2,70 ± 0,31 ^{abB}	2,80 ± 0,46 ^{abB}	2,50 ± 0,3 ^{bbB}	2,60 ± 0,33 ^{abB}	2,60 ± 0,3 ^{abB}	2,60 ± 0,35 ^{abA}	2,71
	G2	2,50 ± 0,19 ^{acA}	2,50 ± 0,16 ^{acA}	2,54 ± 0,20 ^{acA}	2,60 ± 0,16 ^{acA}	2,30 ± 0,20 ^{bcA}	1,90 ± 0,20 ^{bA}	2,00 ± 0,26 ^{bA}	2,30 ± 0,27 ^{bcA}	2,45 ± 0,21 ^{aA}	2,34
	MG	2,68	2,70	2,72	2,65	2,55	2,20	2,30	2,45	2,53	
Globulina mg/dL	G1	5,54 ± 0,82 ^{baA}	5,44 ± 1,08 ^{baA}	5,39 ± 1,22 ^{baA}	4,79 ± 1,23 ^{baA}	4,33 ± 1,01 ^{baA}	4,82 ± 0,95 ^{baA}	5,33 ± 0,98 ^{baA}	5,81 ± 1,01 ^{aA}	5,81 ± 1,54 ^{aA}	5,25
	G2	5,40 ± 1,01 ^{bcA}	5,70 ± 0,81 ^{ca}	5,96 ± 0,65 ^{acA}	5,64 ± 0,78 ^{cb}	4,57 ± 0,72 ^{ba}	5,60 ± 0,76 ^{cb}	5,47 ± 0,49 ^{ca}	6,57 ± 0,53 ^{abB}	6,26 ± 0,74 ^{acA}	5,69
	MG	5,47	5,57	5,68	5,22	4,45	5,21	5,40	6,19	6,04	
Relação A/G	G1	0,51	0,53	0,53	0,56	0,65	0,51	0,49	0,44	0,45	
	G2	0,46	0,44	0,43	0,46	0,50	0,33	0,36	0,35	0,39	
Ureia mg/dL	G1	33,00 ± 14,1 ^{aA}	37,10 ± 11,35 ^{aA}	39,50 ± 11,80 ^{aA}	36,50 ± 13,8 ^{abB}	37,80 ± 8,1 ^{aA}	34,70 ± 10,3 ^{aA}	30,80 ± 15,10 ^{aA}	32,20 ± 17,3 ^{aA}	28,80 ± 14,8 ^{aA}	34,49
	G2	39,40 ± 12,7 ^{abA}	38,10 ± 11,5 ^{abA}	33,00 ± 11,3 ^{abA}	23,80 ± 10,5 ^{bA}	32,60 ± 9,5 ^{aA}	30,10 ± 9,6 ^{abA}	27,70 ± 12,0 ^{abA}	35,80 ± 12,5 ^{aA}	30,50 ± 13,5 ^{aA}	32,33
	MG	36,20	37,60	36,25	30,15	35,20	32,40	29,25	34,00	29,65	

^{a,b} Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de momento.

^{A,B} Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de grupo.

Tabela 2. Valores de média (x), desvios-padrão (s), média geral e níveis de significância do perfil mineral e iônico de vacas híidas (G1) e com algum tipo de enfermidade (G2) na fase final de gestação e início da lactação na região do Agreste Pernambucano.

Parâmetros	Grupos	Momentos experimentais									MGDM*
		60 dias AP	40 dias AP	20 dias AP	10 dias AP	PARTO	10 dias PP	20 dias PP	40 dias PP	60 dias PP	
Ca T mg/dL	G1	9,40 ± 0,60 ^{aA}	9,40 ± 0,73 ^{aA}	9,10 ± 1,0 ^{acA}	9,20 ± 1,0 ^{aA}	8,00 ± 1,12^{bA}	8,30 ± 0,84 ^{bcA}	8,20 ± 0,50 ^{bA}	8,10 ± 0,55 ^{bA}	8,21 ± 0,80 ^{bA}	8,7
	G2	8,95 ± 0,70 ^{aA}	8,73 ± 0,58 ^{aB}	8,40 ± 0,98 ^{acB}	8,44 ± 0,58 ^{acB}	7,50 ± 0,90^{bA}	7,60 ± 0,63 ^{bcB}	7,90 ± 0,73 ^{bcA}	7,76 ± 0,71 ^{bcA}	8,20 ± 0,72 ^{abcA}	8,2
	MG	9,18	9,07	8,75	8,82	7,75	7,95	8,05	7,93	8,21	
P mg/dL	G1	6,30 ± 0,82 ^{abcA}	7,30 ± 1,22 ^{aA}	6,95 ± 1,64 ^{abcA}	7,22 ± 1,44 ^{acA}	5,80 ± 1,71^{bA}	5,90 ± 1,06 ^{bcA}	5,63 ± 1,08 ^{bbB}	5,70 ± 0,57 ^{bbB}	6,10 ± 0,68 ^{abcB}	6,32
	G2	6,73 ± 0,98 ^{aA}	7,20 ± 1,15 ^{aA}	6,90 ± 1,15 ^{aA}	6,20 ± 1,04 ^{aA}	6,10 ± 1,8^{aA}	5,80 ± 1,16 ^{bA}	6,50 ± 0,94 ^{aA}	6,60 ± 1,41 ^{aA}	6,91 ± 1,3 ^{aA}	6,55
	MG	6,52	7,25	6,93	6,71	5,95	5,85	6,07	6,15	6,51	
Mg mg/dL	G1	2,31 ± 0,27 ^{aA}	2,30 ± 0,20 ^{aA}	2,35 ± 0,21 ^{aA}	2,40 ± 0,26 ^{aA}	2,61 ± 0,52^{aA}	2,51 ± 0,42 ^{aA}	2,56 ± 0,50 ^{aA}	2,51 ± 0,48 ^{aA}	2,50 ± 0,44 ^{aA}	2,45
	G2	2,24 ± 0,32 ^{abcA}	1,91 ± 0,15 ^{bbB}	2,00 ± 0,3 ^{bbB}	1,85 ± 0,26 ^{bbB}	2,02 ± 0,35^{bbB}	1,90 ± 0,46 ^{bcB}	2,30 ± 0,32 ^{acA}	2,50 ± 0,37 ^{acA}	2,40 ± 0,41 ^{acA}	2,12
	MG	2,28	2,11	2,18	2,13	2,32	2,21	2,43	2,51	2,45	
K mmol/L	G1	4,50 ± 0,28 ^{aA}	4,59 ± 0,22 ^{aA}	4,50 ± 0,25 ^{aA}	4,43 ± 0,35 ^{aA}	4,51 ± 0,28^{aA}	4,30 ± 0,23 ^{aA}	4,42 ± 0,23 ^{aA}	4,30 ± 0,24 ^{aA}	4,34 ± 0,34 ^{aA}	4,43
	G2	4,60 ± 0,15 ^{aA}	4,62 ± 0,24 ^{aA}	4,43 ± 0,52 ^{aA}	4,50 ± 0,12 ^{aA}	4,60 ± 0,50^{aA}	4,31 ± 0,25 ^{aA}	4,60 ± 0,34 ^{aA}	4,40 ± 0,18 ^{aA}	4,39 ± 0,40 ^{aA}	4,49
	MG	4,55	4,61	4,47	4,47	4,56	4,31	4,51	4,35	4,37	
Na mmol/L	G1	139,35 ± 2,50 ^{acA}	140,62 ± 1,82 ^{acA}	140,26 ± 3,26 ^{acA}	141,21 ± 3,35 ^{aA}	141,95 ± 3,05^{aA}	137,56 ± 1,96 ^{bcA}	138,68 ± 2,38 ^{bcA}	138,25 ± 3,67 ^{bcA}	142,61 ± 4,17 ^{aA}	140,05
	G2	142,83 ± 5,15 ^{abA}	139,80 ± 2,80 ^{bA}	138,30 ± 4,97 ^{bA}	140,18 ± 2,40 ^{abA}	148,10 ± 15,18^{aA}	139,28 ± 6,18 ^{bA}	140,72 ± 4,78 ^{abA}	139,33 ± 4,48 ^{bA}	139,41 ± 6,90 ^{bA}	140,88
	MG	141,09	140,21	139,28	140,70	145,03	138,42	139,70	138,79	141,01	
Cl mE/L	G1	105,85 ± 3,65 ^{bA}	108,60 ± 6,77 ^{abA}	112,51 ± 7,49 ^{aA}	113,05 ± 6,39 ^{aA}	113,35 ± 4,40^{aA}	109,32 ± 7,64 ^{abA}	108,10 ± 5,10 ^{abA}	109,00 ± 5,41 ^{abA}	105,77 ± 5,45 ^{bA}	109,51
	G2	103,45 ± 3,32 ^{abA}	106,13 ± 4,94 ^{aA}	107,04 ± 2,96 ^{aB}	107,61 ± 2,66 ^{aB}	107,04 ± 4,89^{aB}	104,12 ± 3,37 ^{abB}	104,17 ± 2,98 ^{abB}	101,53 ± 2,19 ^{bbB}	101,73 ± 3,92 ^{bbB}	104,76
	MG	104,65	107,37	109,78	110,33	110,20	106,72	106,14	105,27	103,75	

^{a,b} Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de momento.

^{A,B} Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de grupo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sazonalidade representa um fator de risco importante para as vacas leiteiras, especialmente as de maior produção, em que a época de estiagem, na região do Agreste pernambucano, apresenta menor disponibilidade de forragem de qualidade. Com isso o processo de adaptação fisiológica dos animais, sobretudo durante o período de transição, ficou comprometido, tornando o balanço energético negativo mais intenso e favorecendo, conseqüentemente, a ocorrência de transtornos metabólicos.

Os indicadores energéticos, hormonais, proteicos e minerais apresentam alterações nos seus valores ao longo do experimento, sobretudo em decorrência de falhas no manejo do rebanho entre o início do período de secagem até os últimos 30 dias que antecediam ao parto. Seus valores refletiram de modo fiel a relação entre o ingresso de nutrientes e a demanda exigida pelo organismo, para produção e reprodução.

Os valores das variáveis cálcio total, magnésio, proteínas totais, albumina e globulinas das vacas híbridas apresentaram fora dos limites de referência para espécie, no entanto é preciso considerar as diferentes condições edafoclimáticas de cada região do Brasil, pois atualmente os valores referenciais não atendem a esta especificidade.

7. ANEXOS

Figuras do Artigo 1

Figura 1 – Ilustração gráfica do comportamento do cortisol e insulina das vacas no período de chuva (G1) e estiagem (G2), durante os dois últimos meses de gestação e os dois primeiros meses de lactação.

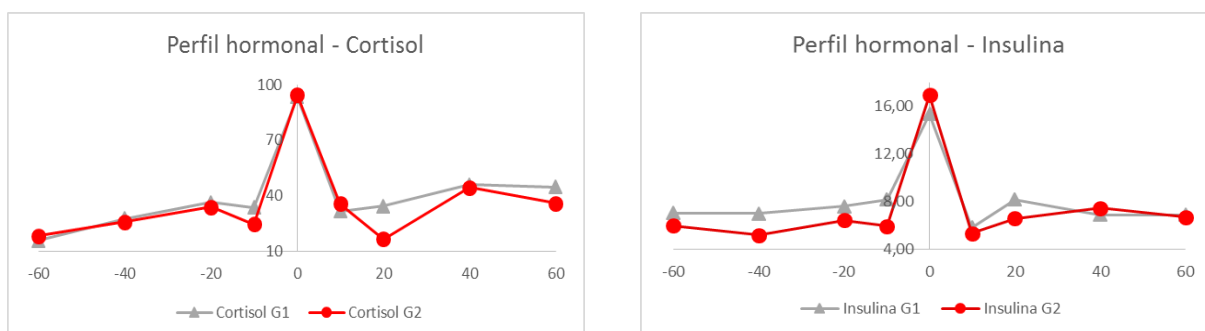


Figura 2 - Ilustração gráfica do comportamento da glicose, AGNEs e BHB das vacas no período de chuva (G1) e estiagem (G2), durante os dois últimos meses de gestação e os dois primeiros meses de lactação.

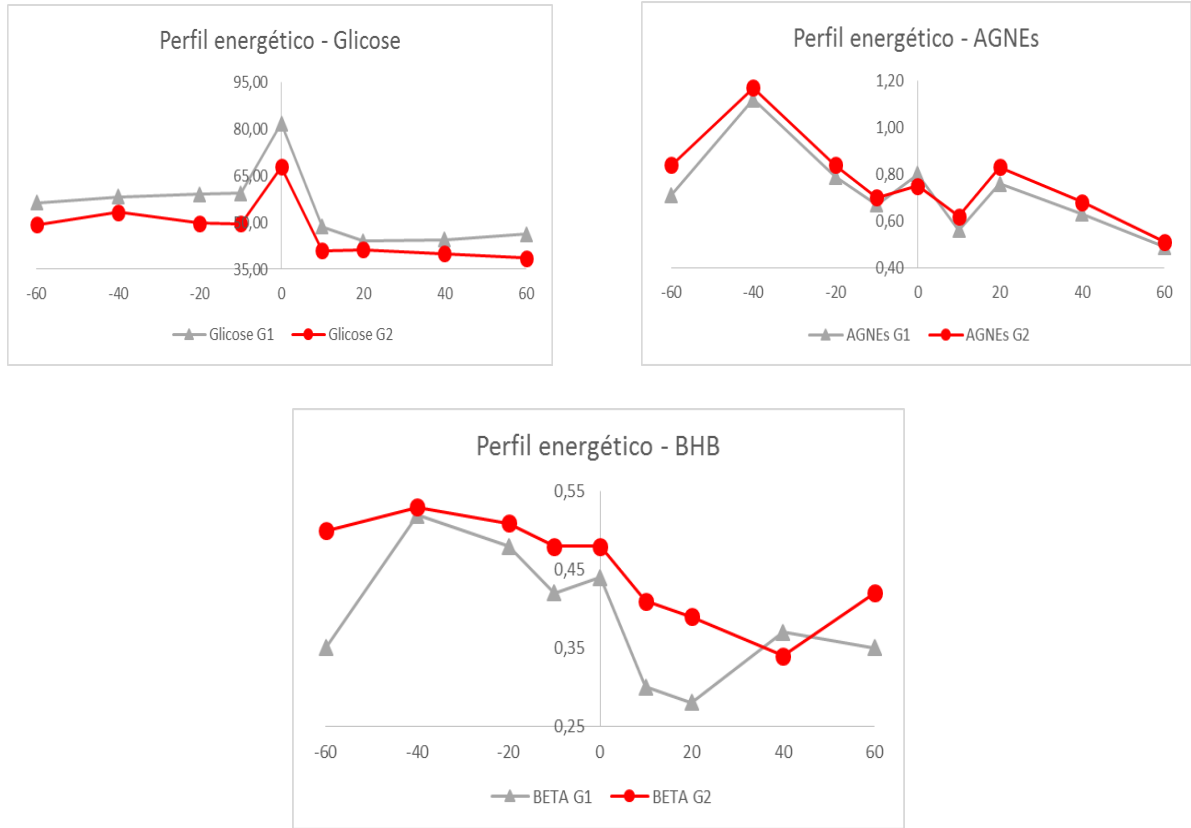


Figura 3 - Ilustração gráfica do comportamento da ureia, proteína total, albumina e globulina das vacas no período de chuva (G1) e estiagem (G2), durante os dois últimos meses de gestação e os dois primeiros meses de lactação.

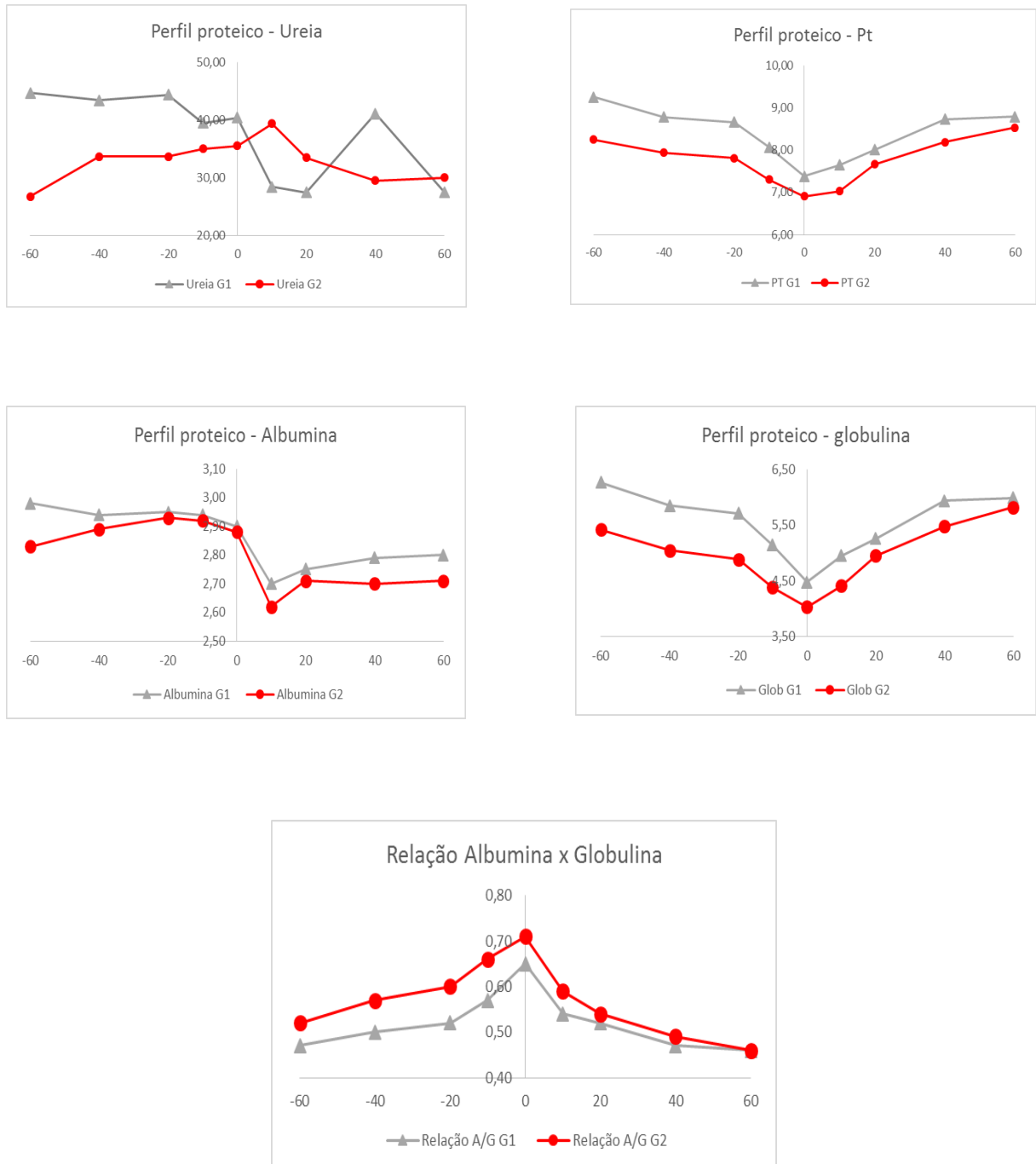


Figura 4 - Ilustração gráfica do comportamento do cálcio total, fósforo, potássio, magnésio, sódio e cloro das vacas no período de chuva (G1) e estiagem (G2), durante os dois últimos meses de gestação e os dois primeiros meses de lactação.

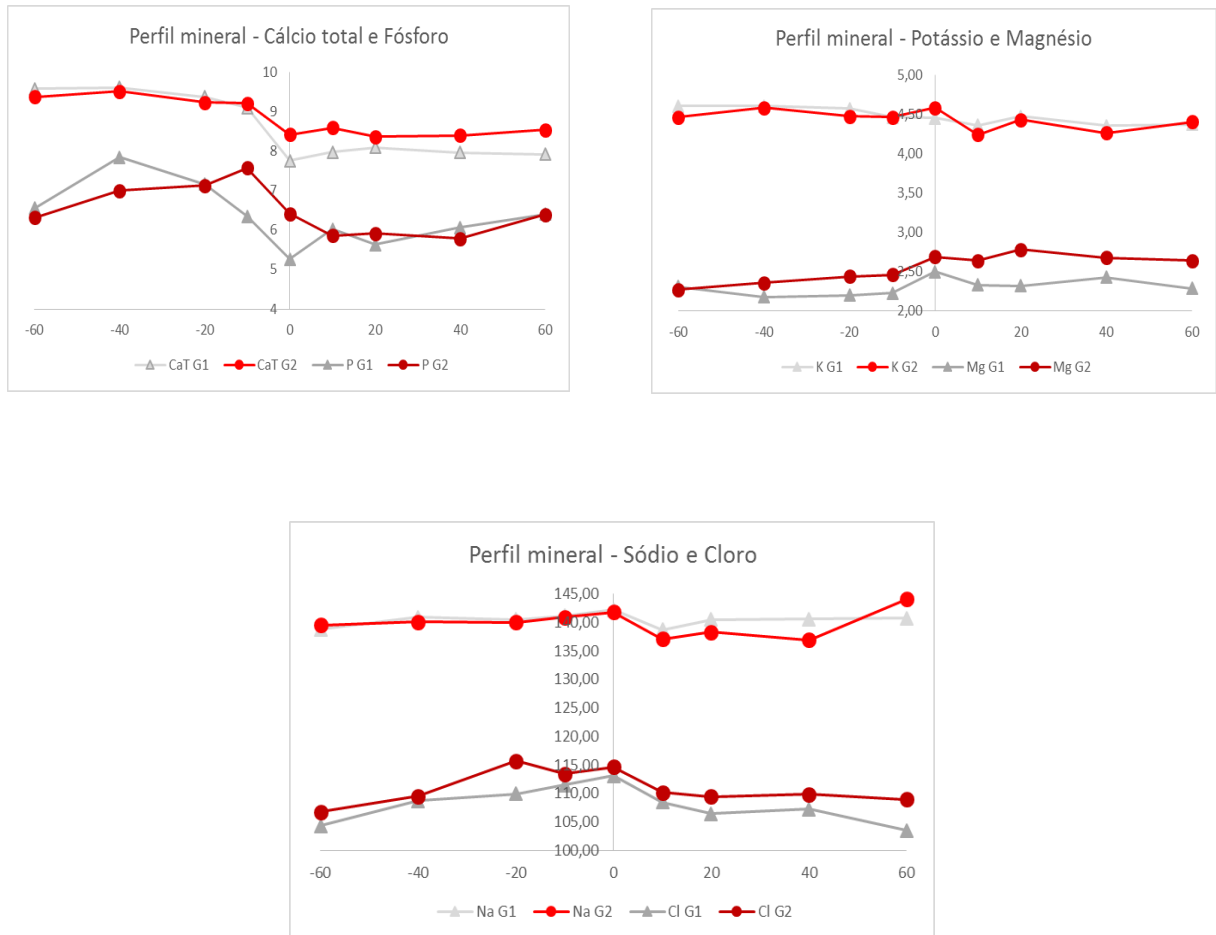
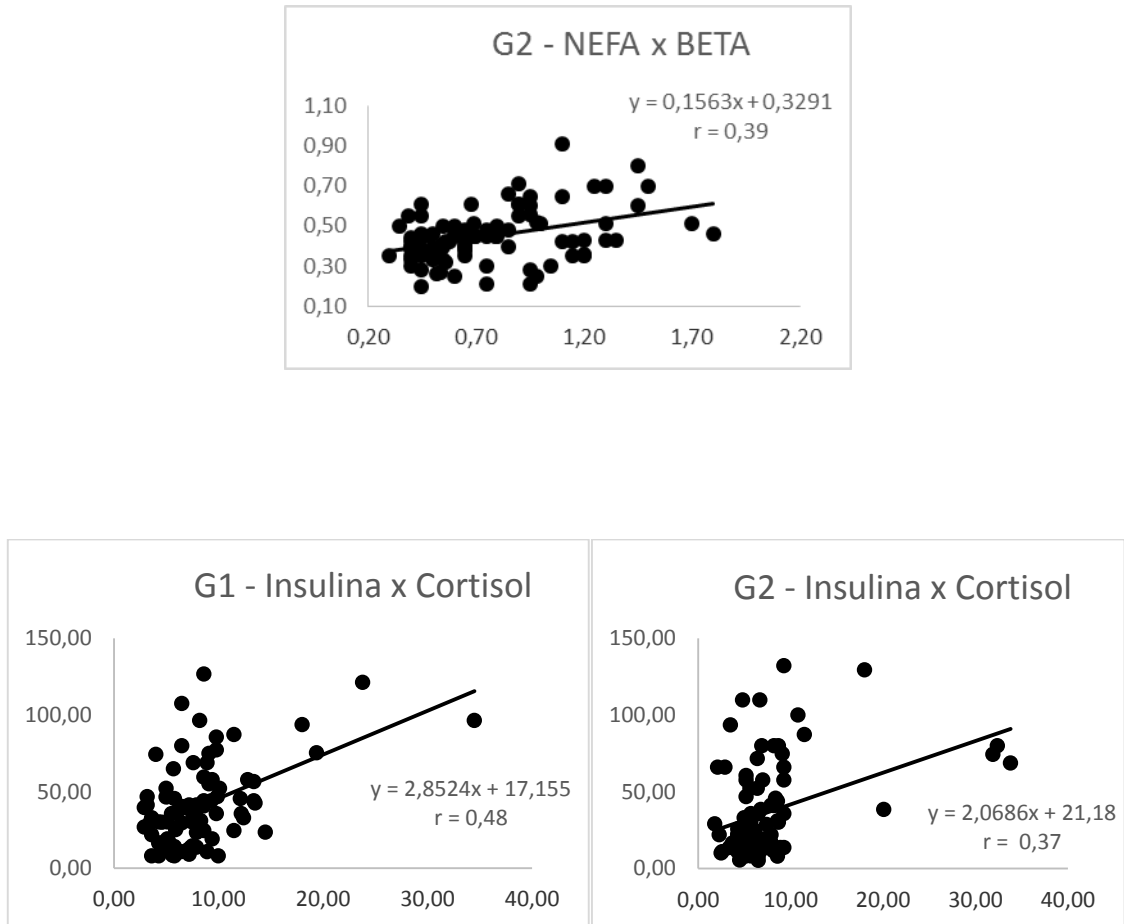


Figura 05. Representação gráfica dos coeficientes de correlação dos indicadores bioquímicos (*AGNEs* e *BHB* no G2; Insulina e Cortisol dos dois grupos) de vacas leiteiras híbridas no período de chuva (G1) e seca (G2).



Figuras do Artigo 2

Figura 6 - Ilustração gráfica do comportamento do cortisol e insulina de vacas híbridas (G1) e com algum tipo de transtorno sanitário (G2), durante os dois últimos meses de gestação e os dois primeiros meses de lactação.

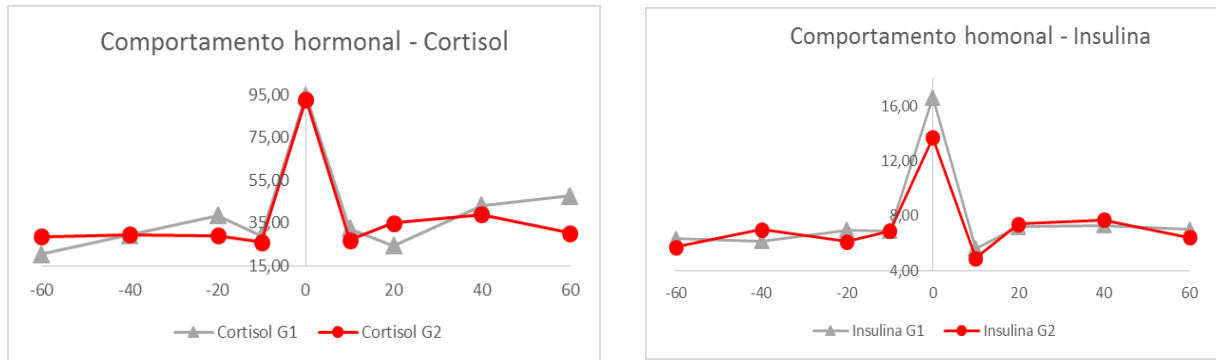


Figura 7 - Ilustração gráfica do comportamento da glicose, frutamina, *BHB* e *AGNEs* de vacas hígdas (G1) e com algum tipo de transtorno sanitário (G2), durante os dois últimos meses de gestação e os dois primeiros meses de lactação.

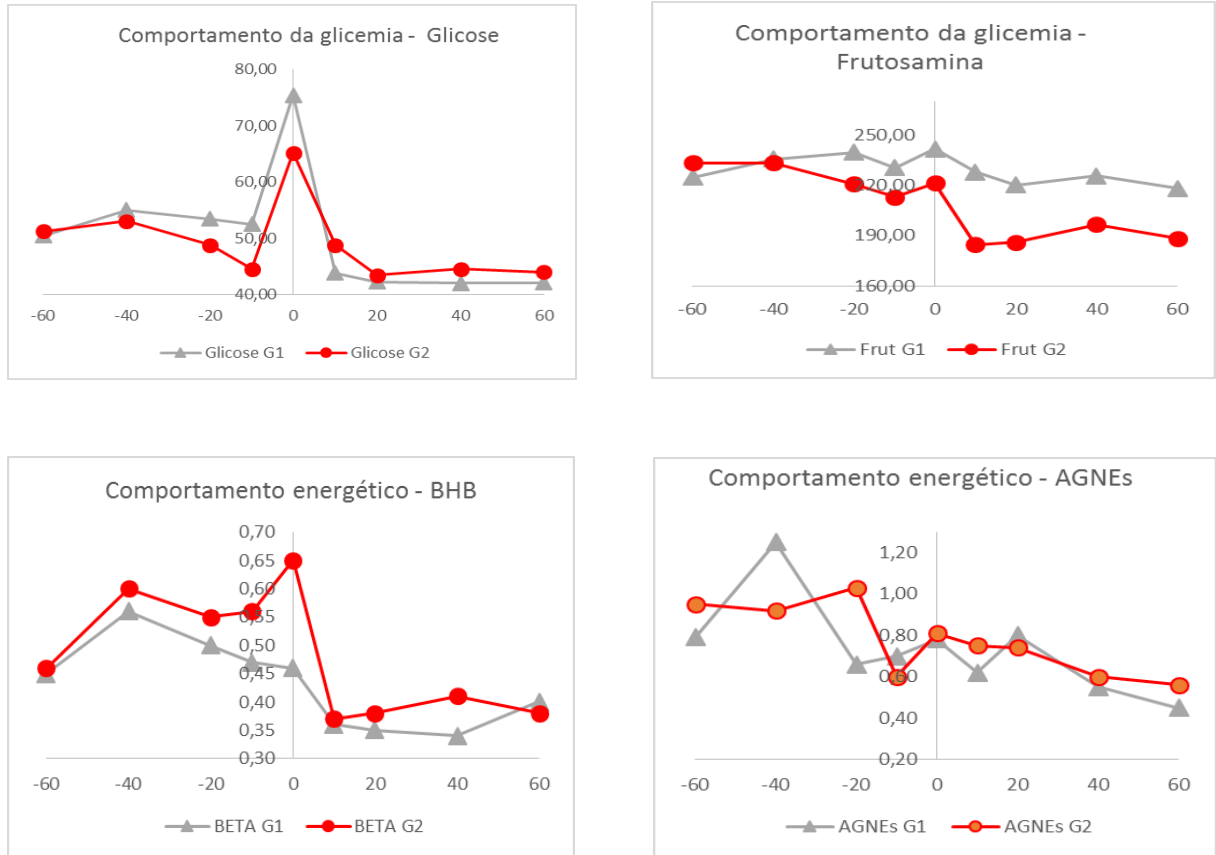


Figura 8 - Ilustração gráfica do comportamento da proteína total, ureia, albumina e globulina de vacas híbridas (G1) e com algum tipo de transtorno sanitário (G2), durante os dois últimos meses de gestação e os dois primeiros meses de lactação.

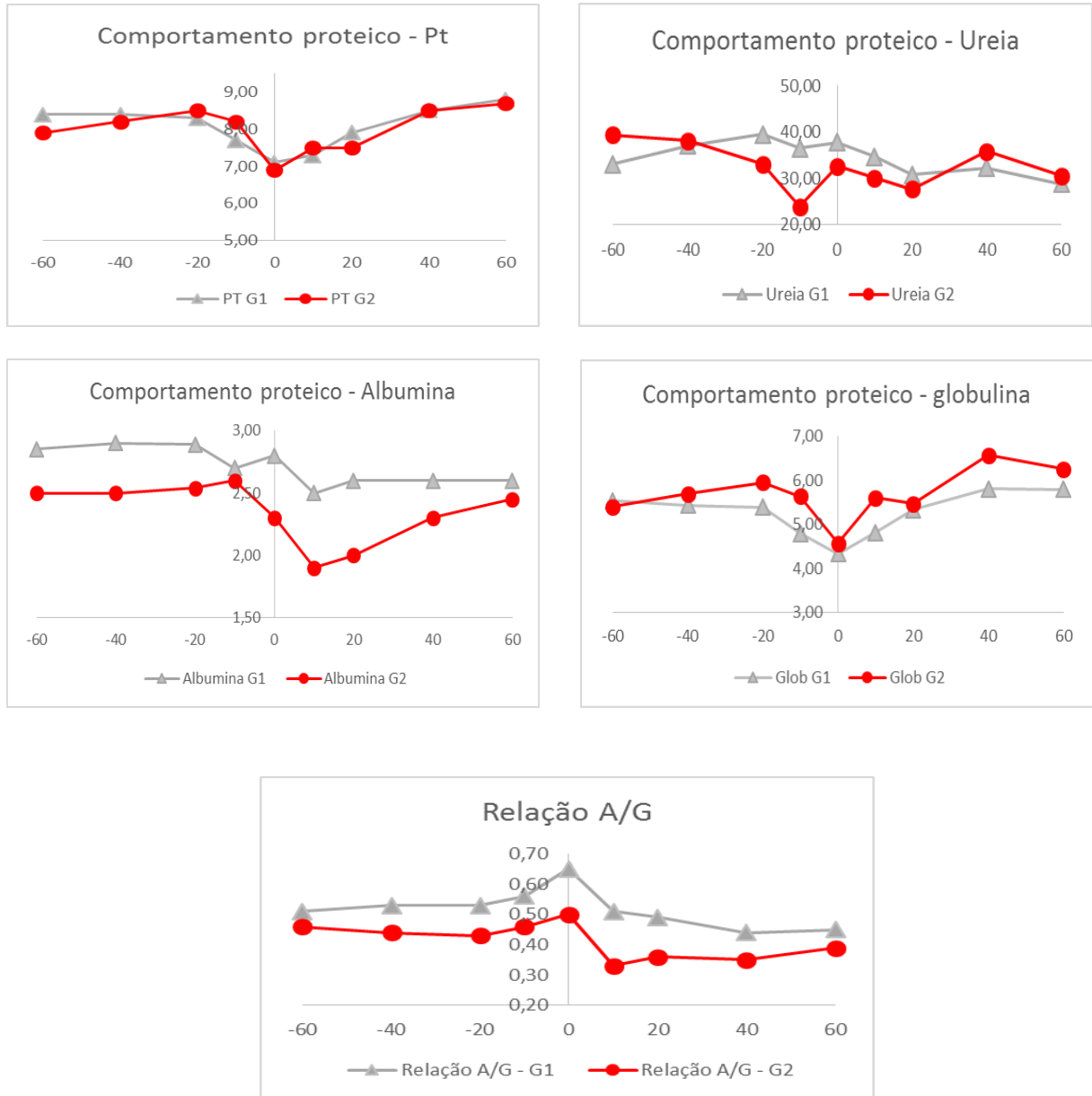


Figura 9 - Ilustração gráfica do comportamento do cálcio total, fósforo, potássio, magnésio, sódio e cloro de vacas híbridas (G1) e com algum tipo de transtorno sanitário (G2), durante os dois últimos meses de gestação e os dois primeiros meses de lactação.

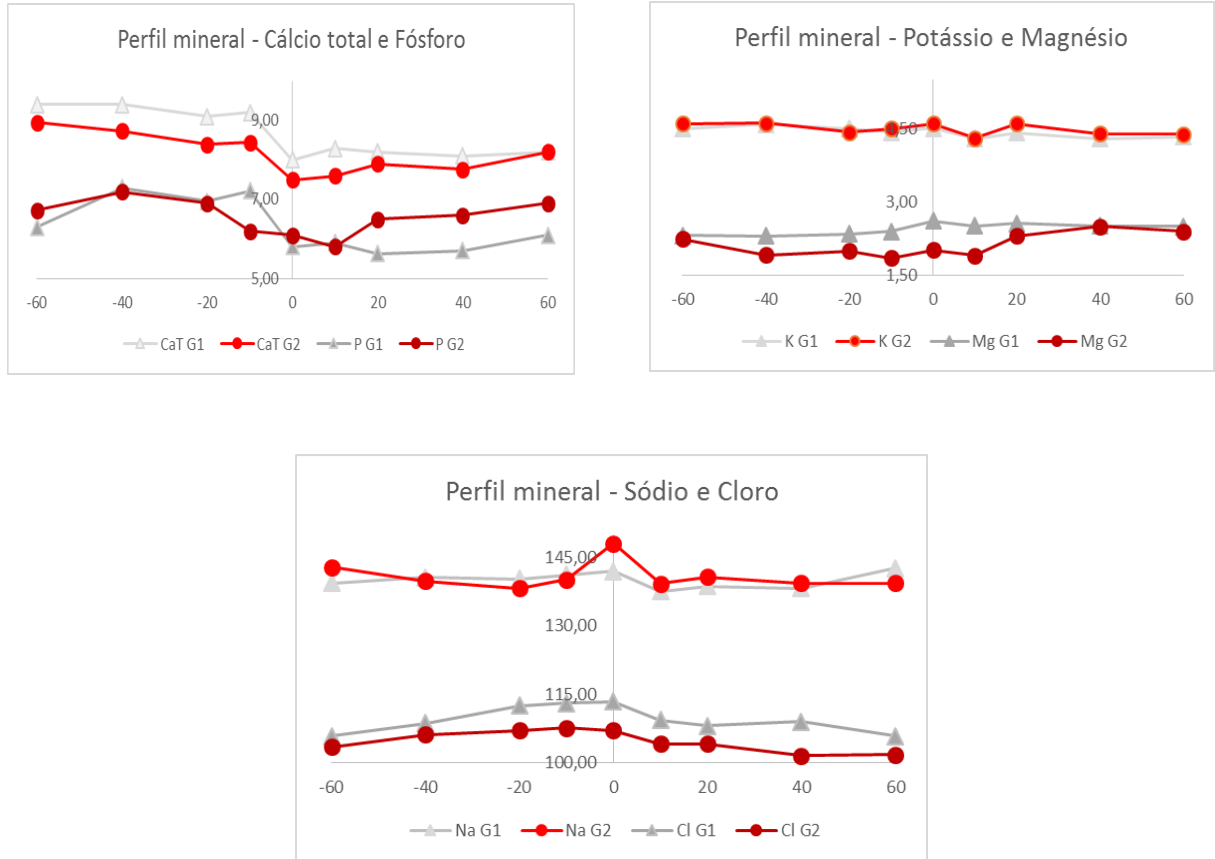
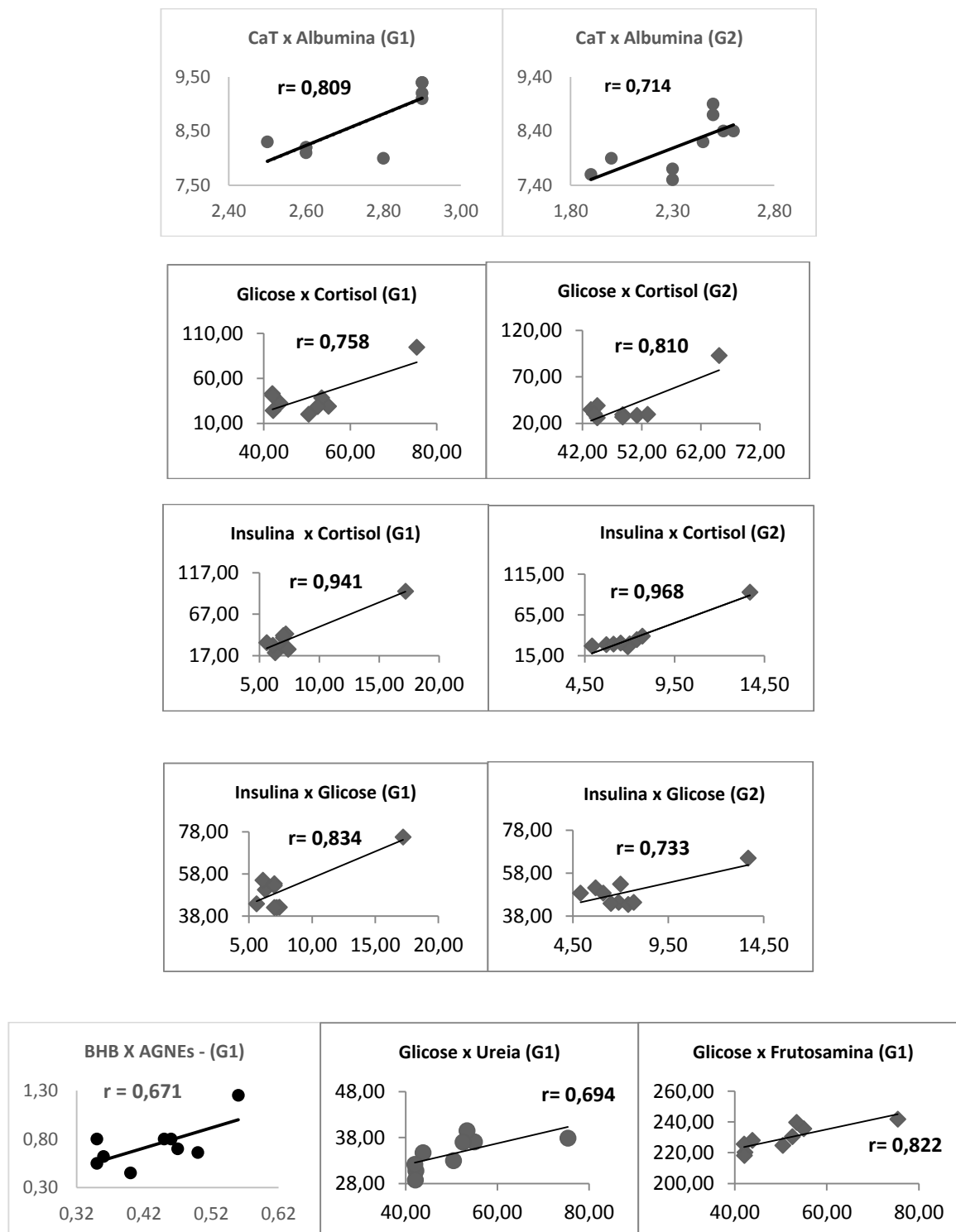


Figura 10 - Representação gráfica dos coeficientes de correlação de alguns indicadores bioquímicos (cálcio total, albumina, glicose, cortisol, insulina, frutossamina, BHB, AGNEs e ureia) de vacas híbridas (G1) e com algum tipo de transtorno sanitário (G2), durante os dois últimos meses de gestação e os dois primeiros meses de lactação.



I- FORMULÁRIO UNIFICADO PARA SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA
USO DE ANIMAIS EM EXPERIMENTAÇÃO E/OU ENSINO
PROTOCOLO PARA USO DE ANIMAIS

LICENÇA N.º
107/2014
USO EXCLUSIVO DA COMISSÃO
PROTOCOLO N.º 23082 013887/20
RECEBIDO EM: 29/08/2013

No campo "fármaco", deve-se informar o(s) nome(s) do(s) princípio(s) ativo(s) com suas respectivas Denominação Comum Brasileira (DCB) ou Denominação Comum Internacional (DCI).

Lista das DCBs disponível em:

http://www.anvisa.gov.br/medicamentos/dcb/lista_dcb_2007.pdf.

D01

1. FINALIDADE

Ensino	<input type="checkbox"/>
Pesquisa	<input checked="" type="checkbox"/>
Treinamento	<input type="checkbox"/>

Início: 01/03/2012

Término: 01/03/2016

2. TÍTULO DO PROJETO/AULA PRÁTICA/TREINAMENTO

Estudo do perfil metabólico no período de transição e na lactação em vacas leiteiras na região do Agreste Meridional de Pernambuco

Área do conhecimento: Clínica médica de ruminantes

Lista das áreas do conhecimento disponível em:

<http://www.cnpq.br/areasconhecimento/index.htm>.

3. RESPONSÁVEL

Nome completo	José Augusto Bastos Afonso da Silva
Instituição	Universidade Federal Rural de Pernambuco
Unidade	Clínica de Bovinos – Campus Garanhuns

