

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal



Dissertação

**Perfil metabólico das vacas leiteiras no pré-parto e sua influência no pós-parto imediato,
qualidade do colostro e imunidade do neonato**

Dustin André Chaves Hoffmann

Araquari, 2020

Dustin André Chaves Hoffmann

Perfil metabólico das vacas leiteiras no pré-parto e sua influência no pós-parto imediato, qualidade do colostro e imunidade do neonato

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal do Instituto Federal Catarinense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Produção e Sanidade Animal).

Orientadora: Elizabeth Schwegler

Coorientador(es): Vanessa Peripolli

Viviane Rohrig Rabassa

Araquari, 2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática do ICMC/USP, cedido ao IFC e
adaptado pela CTI - Araquari e pelas bibliotecas do Campus de Araquari e Concórdia.

H699p Hoffmann, Dustin André Chaves
Perfil metabólico das vacas leiteiras no pré-parto e sua influência no pós-parto imediato, qualidade do colostro e imunidade do neonato / Dustin André Chaves Hoffmann; orientadora Elizabeth Schwegler; coorientadora Vanessa Peripolli; coorientadora Viviane Rohrig Rabassa. -- Araquari, 2020.
48 p.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal Catarinense, campus Araquari, Programa de Pós-graduação em Produção e Sanidade Animal, Araquari, 2020.

Inclui referências.

1. NEFA. 2. Calcio. 3. brix. 4. bezerras. 5. periparto. I. Schwegler, Elizabeth, II. Peripolli, Vanessa. III. Rabassa, Viviane Rohrig. IV. Instituto Federal Catarinense. Programa de Pós-graduação em Produção e Sanidade Animal. V. Título.

Dustin André Chaves Hoffmann

Perfil metabólico das vacas leiteiras no pré-parto e sua influência no pós-parto imediato, qualidade do colostro e imunidade do neonato

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense.

Data da Defesa: 03/08/2020

Banca examinadora:

Prof. Dr. Elizabeth Schwegler (Orientadora)

Doutora em Ciências Veterinária pela Universidade Federal de Pelotas

Instituição de vínculo: Instituto Federal Catarinense – *Campus Araquari*

Prof. Dra. Deise Dalazen Castagnara

Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Instituição de vínculo: Universidade Federal do Pampa – *Campus Uruguaiana*

Prof. Dr. Carlos Eduardo Nogueira Martins

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria

Instituição de vínculo: Instituto Federal Catarinense – *Campus Araquari*

Prof. Dra. Fabiana Moreira

Doutora em Ciências Veterinária pela Universidade Federal de Pelotas

Instituição de vínculo: Instituto Federal Catarinense – *Campus Araquari*



Emitido em 03/08/2020

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI Nº 19/2020 - PGPSA/ARAQ (11.01.02.22)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 17/02/2023 16:28)

ELIZABETH SCHWEGLER

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

CGES/ARA (11.01.02.39)

Matrícula: ###468#4

Visualize o documento original em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: **19**, ano: **2020**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI**, data de emissão: **17/02/2023** e o código de verificação: **d5e8583e1d**

Este trabalho é dedicado a Deus, nosso maior mestre e iluminador de nossos caminhos, aos meus pais, Itiberê e Ana Regina que sempre torceram por meus sonhos, a minha irmã e toda sua família que sempre foram apoiadores para a aquisição de conhecimentos.

Agradecimentos

À Deus pela benção nos concedida através da vida.

À minha família pela base oferecida desde criança, ensinamentos e a educação prestada.

À minha eterna namorada Andréa que vem me apoiando e me incentivando para que todos os sonhos se realize, e à minha filha (benção de Deus) que está a caminho que, com amor e carinho contribuíram para esta fase de minha vida sempre me confortando nos momentos de dificuldade. Meus sonhos são dedicados a vocês.

Aos meus amigos, que tanto torcem por mim e pelos meus sonhos e dão forças para que encaremos as dificuldades, obrigado (Sra. Selvilha, Sra. Rosane, Sra. Jandira, Jonas, Natan e Tairan).

À Professora Elizabeth Schwegler pela orientação, dedicação, paciência e acreditar. Grande incentivadora durante todo o período do Mestrado.

Ao Ranieri, grande amigo com quem convivi durante os períodos de aula.

À equipe que participou de todo o experimento, pela dedicação, trabalho, foco e incentivo. Agradeço em Especial a Fazenda Modelo (Paulo) e toda sua equipe que nos abriu as portas para que esse experimento acontecesse.

Aos alunos, Manoela Furtado, Giovanne Araújo, e as professoras Vanessa Peripolli e Viviane Rabassa e Fabiana Moreira.

“A experiência é o nome que damos aos nossos erros”

Oscar Wilde.

Resumo

Hoffmann, Dustin André Chaves. **Perfil metabólico das vacas leiteiras no pré-parto e sua influência no pós-parto imediato, qualidade do colostro e imunidade do neonato.** 2020. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2020.

O objetivo deste estudo foi avaliar quais marcadores bioquímicos no pré-parto de uma vaca leiteira influenciaram no seu pós-parto imediato, na qualidade do colostro e na imunidade da bezerra. O ensaio foi realizado em uma fazenda leiteira comercial de Palma Sola – SC, de julho a setembro de 2019, sendo pré-selecionadas 52 vacas multíparas prenhas da raça Holandesa. As que pariram gêmeos ou machos foram descartadas do experimento, restando 21 vacas e 21 bezerras. Todos os animais eram mantidos em sistema *Compost Barn* recebendo a mesma dieta. Nos dias -20 da data prevista do parto e 24 horas após o parto foram realizadas coletas de sangue, escore de condição corporal (ECC) e pesagem dos animais. Se não houvesse antecipação de parto, coletava-se no dia -5. Foi coletado urina das vacas para aferição do pH no pré parto, e o colostro foi coletado logo após o parto, para determinar o percentual brix®. As coletas de sangue das bezerras foram realizadas 24 horas após a colostragem. O tempo que as bezerras levaram para receber o colostro foi considerado. O plasma das bezerras foi usado para estimar a eficiência da colostragem e imunidade pelo % brix e proteínas plasmáticas totais (PPT). Nas amostras sorológicas das vacas foram avaliados: cálcio (Ca), magnésio (Mg), ácidos graxos não esterificados (NEFA), beta hidroxí butirato (BHBA), paraoxonase (PON-1) e albumina. Nas amostras sorológicas das bezerras foram avaliadas PON1, albumina, gama glutamyl transferase (GGT), Ca e Mg. Os dados das variáveis metabólicas pré e pós-parto da vaca, bem como as variáveis metabólicas do bezerro, e as relacionados a qualidade do colostro foram submetidas as análises de correlação, regressão, variância, componentes principais e regressão logística utilizando o programa SAS. Na análise de componentes principais foi demonstrado que o NEFA no pós parto foi maior em vacas com pH urinário mais alto no pré-parto e BHBA maior no pós-parto. O NEFA e BHBA no pós parto foi maior em vacas com Ca menor no pré-parto. E ainda as vacas com maior NEFA e BHBA no pré e pós-parto foram as que tiveram menor % brix do colostro. A % brix do colostro da mãe influenciou diretamente o % brix e a PPT da bezerra. O NEFA no pré-parto da vaca, influenciou negativamente nos marcadores de imunidade, quanto mais alto o NEFA menor a % brix do colostro da mãe, % brix da bezerra e PPT. Nas análises de regressão multivariada foi demonstrado que o NEFA pré-parto foi o marcador que mais influenciou nos marcadores pós-parto da vaca e na % brix da bezerra, juntamente com o tempo de colostragem e % brix do colostro ($P= 0,0092$; $r^2= 0,83$). Vacas com valores acima da mediana ($\geq 0,08$ mmol/L) e quartil ($\geq 0,18$ mmol/L) de NEFA no pré-parto, apresentaram menor calcemia no pós-parto imediato ($7,16 \pm 0,24$ mg/dl), $P= 0,04$; $6,86 \pm 0,35$ mg/dl, $P= 0,01$). A partir dos dados obtidos em nosso estudo concluímos que o NEFA pré-

parto foi o marcador que mais influenciou no pós-parto imediato da vaca, estando relacionado diretamente com a calcemia, e ainda na imunidade da bezerra.

Palavras-chave: bezerras; brix; cálcio; NEFA; periparto.

Abstract

Hoffmann, Dustin André Chaves. **Metabolic profile of dairy cows in the prepartum period and its influence on the immediate postpartum period, colostrum quality and neonate immunity.** 2020. 60f. Dissertation (Master degree in Science) - Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2020.

The aim of this study was to evaluate which biochemical markers in the pre-delivery of the dairy cow influenced its immediate post-delivery, the quality of colostrum and the immunity of the heifer. It was carried out in a commercial dairy farm in Palma Sola - SC, from July to September 2019, with 52 pre-selected pregnant multiparous Holstein cows. Those that gave birth to twins or males were discarded from the experiment, leaving 21 cows and 21 calves. All animals were kept on the Compost Barn system receiving the same diet. On days -20 of the expected date of delivery and 24 hours after delivery, blood samples, body condition score (ECC) and animal weighing were performed. If there was no anticipation of delivery, it was collected on day -5. The urine collection of the cows was done in the pre-calving period to measure the pH, and colostrum was collected immediately after calving to determine the brix[®] percentage. Blood collections from the calves were performed 24 hours after colostration. The time it took the calves to receive colostrum was considered. Calf plasma was used to estimate the efficiency of colostrum and immunity by% brix and total plasma proteins (PPT). In the serological samples of cows, calcium (Ca), magnesium (Mg), non-esterified fatty acids (NEFA), beta hydroxy butyrate (BHBA), paraoxonase (PON-1) and albumin were evaluated. In serological samples from calves, PON1, albumin, gamma glutamyl transferase (GGT), Ca and Mg were evaluated. The data on the cow's pre and postpartum metabolic variables, as well as the calf's metabolic variables, and those related to colostrum quality, were subjected to correlation, regression, variance, main components and logistic regression analyzes using the SAS program. Principal component analysis showed that NEFA in the postpartum period was higher in cows with higher urinary pH in the prepartum period and higher BHBA in the postpartum period. NEFA and BHBA in the postpartum period was higher in cows with lower Ca in the prepartum period. And the cows with the highest NEFA and BHBA in the pre and postpartum were those that had the lowest% brix of colostrum. The% brix of the mother's colostrum directly influenced the% brix and PPT of the heifer. The NEFA in the pre-calving of the cow, had a negative influence on the immunity markers, the higher the NEFA the lower the% brix of the mother's colostrum,% brix of the heifer and PPT. In multivariate regression analyzes, it was shown that pre-delivery NEFA was the marker that most influenced cow postpartum markers and calf% brix, along with colostrum time and colostrum% brix ($P= 0.0092$; $r^2= 0.83$). Cows with values above the median (≥ 0.08 mmol/L) and quartile (≥ 0.18 mmol/L) of NEFA in the prepartum period, had lower calcemia in the immediate postpartum period (7.16 ± 0.24 mg/dl, $P= 0.04$; 6.86 ± 0.35 mg/dl, $P = 0.01$). From the data obtained in our study, we concluded that the pre-partum

NEFA was the marker that most influenced the immediate postpartum of the cow, being directly related to the calcemia, and also in the immunity of the heifer.

Keywords: NEFA; calcium; brix; calves; peripartum.

Lista de Figuras

- Figura 1 Dois primeiros autovetores da variação dos parâmetros metabólicos das vacas leiteiras, no pré e pós-parto imediato 29
- Figura 2 Dois primeiros autovetores da variação dos parâmetros metabólicos da vaca no pré-parto e da bezerra 24 horas após o nascimento, que recebeu o colostro da própria mãe (n=10) 30

Lista de Tabelas

Tabela 1	Ingredientes e composição química da dieta total pré-parto misturada utilizada durante o período experimental	23
Tabela 2	Análise sumária dos dados de acordo com o momento pré e pós parto das vacas leiteiras e das bezerras 24 horas após a colostragem.....	27
Tabela 3	Regressão multivariada dos marcadores pré-parto que influenciaram no pós-parto das vacas (n=21), e os marcadores pré-parto que influenciaram nos marcadores das bezerras, considerando apenas as que receberam o colostro da mãe (n=10)	31
Tabela 4	Marcadores zootécnicos e metabólicos das vacas no pré e pós-parto imediato e das bezerras (média e erro padrão da média), categorizados a partir da mediana do NEFA pré-parto, em grupo NEFA BAIXO (<0,08 mmol/L) e NEFA ALTO ($\geq 0,08$ mmol/L)	32
Tabela 5	Marcadores zootécnicos e metabólicos das vacas no pré e pós-parto imediato e das bezerras (média e erro padrão da média), categorizados a partir do Quartil 75 do NEFA pré-parto, em grupo NEFA BAIXO (<0,18 mmol/L) e NEFA ALTO ($\geq 0,18$ mmol/L)	34

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE	15
2	OBJETIVOS	19
2.1	Geral	19
2.2	Específicos	19
3	ARTIGO: Perfil metabólico das vacas leiteiras no pré-parto e sua influência no pós-parto imediato, qualidade do colostro e imunidade do neonato	20
3.1	Introdução	20
3.2	Material e Métodos	22
3.3	Resultados	26
3.4	Discussão	35
3.5	Conclusão	39
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
5	REFERÊNCIAS	41
6	ANEXOS	47

CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE

Vacas leiteiras no período de transição (três semanas pré e pós-parto) são desafiadas metabolicamente, devido ao brusco aumento da demanda energética e mineral, para manutenção do final da gestação e início do ciclo de lactação (LING et al., 2018). Esse estresse metabólico é caracterizado por mobilização lipídica excessiva, inflamação e estresse oxidativo associado à disfunção imune (LING et al., 2018). Por essas razões, o risco de manifestações de distúrbios de saúde no período de pós-parto recente é maior (CAIXETA et al., 2017). Esses transtornos metabólicos também podem impactar na saúde do neonato, além de causar perdas durante a lactação, resultando em impactos econômicos negativos para fazendas leiteiras (ALVARENGA et al., 2015).

Uma forma de predição das doenças, que podem afetar as vacas no início da lactação é a mensuração dos marcadores de balanço energético negativo (BEN) ácidos graxos não esterificados (NEFA) e beta hidroxí butirato (BHBA). É comum já no pré-parto termos aumento de marcadores lipolíticos na vaca. Esse aumento na lipólise, afeta diretamente seu sistema imune e ocorrência de enfermidades no pós-parto (SCHWEGLER et al., 2013), além de diminuição da produção de leite e queda no desempenho reprodutivo (McCARTHY, 2015), porém deve-se ser estudado o efeito na imunidade de sua prole.

Nos marcadores minerais sanguíneos, o cálcio (Ca) tem suma importância tanto para a vaca quanto para a bezerra, pois já foi observado que em bezerras nascidas de vacas hipocalcêmicas a incidência de diarreia foi maior do que as nascidas de vacas normocalcêmicas (WILHELM et al., 2017). Ainda, a hipocalcemia leva a reduzida proporção de neutrófilos com atividade fagocitária e ligação de células mononucleares com antígeno prejudicada, propiciando a manifestação de doenças como mastite e metrite (MARTINEZ et al., 2012). O magnésio (Mg) quando em nível sérico alto, está relacionado a menor incidência de patologias no peri e pós-parto, como distocias, retenção de placenta e endometrite, sendo a sua mensuração útil durante o período de transição para tentar prever a saúde no peri-parto (JEONG et al., 2018).

Outros indicadores são as proteínas inflamatórias de fase aguda estimuladas na presença de traumas, neoplasias, inflamações, infecções e estresse. A albumina, uma proteína de fase aguda negativa, é um importante indicador de morbidade e mortalidade, sendo regulada pelas reações de inflamação (DON & KAYSEN, 2004). Outro indicador é a enzima paraoxonase (PON-1), que também é uma proteína de fase aguda negativa e reduz seus níveis em resposta a citocinas liberadas durante a inflamação (BIONAZ et al., 2007). Quando reduzida em bezerras, indica acometimento por alguma patologia. Sua baixa atividade é consequência da imaturidade hepática ou diferenciação no metabolismo lipídico, e é por isso que se deve tomar cuidado para não utilizar o mesmo valor de referência para as bezerras recém-nascidas e vacas em lactação. Se utilizado o valor de referência adequado, a PON-1 é uma ferramenta excelente de diagnóstico de inflamação nos neonatos (GIORDANO et al., 2013). O pH da urina da vaca leiteira também é mensurado para monitorar o grau de acidificação sistêmica e acompanhar o efeito da dieta aniônica recomendada no pré-parto (CONSTABLE et al., 2019), sendo relacionado com o metabolismo do cálcio.

Quando se trata da saúde das bezerras, elas são mais vulneráveis a problemas de saúde entre o nascimento e o desmame (BARRY et al., 2019). Isso porque a estrutura da placenta bovina separa o suprimento de sangue materno e fetal, impedindo que ocorra transferência de imunoglobulinas (Ig) durante a gestação (FISCHER et al., 2018). Esse fator torna o neonato totalmente dependente da absorção do colostro, que é a primeira secreção mamária após o parto composta por diversos componentes, incluindo altos níveis de imunoglobulinas – principalmente a G (IgG), além de nutrientes e outros fatores bioativos (BUCZINSKI & VANDEWEERD, 2016).

Bezerras alimentadas com leite provenientes do resfriador, ou seja, leite advindo após a secreção do colostro e leite transicional, apresentam diarreia e predisposição à doenças e mortalidade, visto que a concentração de imunoglobulinas é próxima a zero (YANG et al, 2015). O colostro de qualidade fornece ao bezerro imunidade e proteção adequadas de organismos patogênicos até que o desenvolvimento de sua própria

imunidade ocorra (entre 3 e 4 semanas de idade) (CONNELLY et al., 2014). Porém, a absorção de macromoléculas, incluindo IgG, é possível apenas por um curto e finito período de tempo.

Após o nascimento, o epitélio intestinal do neonato começa um processo de maturação que o tornará impermeável às imunoglobulinas, e cessa em 24h após o parto. Essa absorção ocorre pelo epitélio do intestino delgado, e é maior nas duas primeiras horas de vida, atingindo o pico quatro horas após o parto (FISCHER et al., 2018) e diminuindo rapidamente após 12h. Por esse motivo que o tempo de colostragem é tão importante e crucial no manejo do neonato e é comumente aceito que bezerras alimentados com colostro de qualidade imediatamente após o nascimento irão atingir níveis séricos máximos mais altos de IgG, comparados com aquelas alimentadas com colostro mais de 4h após o nascimento (FISCHER et al., 2018).

A absorção insuficiente de IgG pelo neonato (falha na transferência da imunidade passiva) vinda de um colostro de baixa qualidade ou atraso no tempo de colostragem torna os animais suscetíveis a infecções (ELSOHABY et al., 2017), além de aumentar o risco de morte, resultar em taxas de crescimento mais lentas e reduzir a produtividade a longo prazo (OLIVEIRA et al., 2018). Yang e colaboradores (2015) reforçam essa afirmativa relatando que a transferência passiva de imunoglobulinas (IgG), taxa de crescimento e desenvolvimento intestinal são dependentes da qualidade do colostro ingerido no dia do nascimento. Essa qualidade pode ser avaliada pela densidade do colostro através do % Brix (BUCZINSKI & VANDEWEERD, 2016), pois quanto mais denso for o colostro, maior a quantidade de IgG. Um colostro de alta qualidade é aquele que possui concentração de IgG superior a 50g/L, valor esse convertido para 18 a 22% na leitura do Brix (SILVA-DEL-RIO et al., 2017).

A avaliação da transferência de imunidade passiva também pode ser feita através do % Brix, mas a amostra analisada é o soro do bezerro, sendo recomendada a análise 24 horas após o nascimento (LOPEZ et al., 2020). Para confirmar que houve

transferência de imunidade passiva suficiente, a concentração de IgG deve ser igual ou superior a 10g/L (CONNEELY et al., 2014) – equivalente a 7,8% Brix (McCRACKEN et al., 2017). Outra forma de mensurar a ingestão de colostro pelo animal é através da dosagem de proteínas plasmáticas totais (PPT). Os níveis de PPT no plasma do neonato se elevam devido à presença no sangue das IgGs do colostro 24h após sua ingestão, sendo que valores abaixo de 5,6g/dL (MACFARLANE et al., 2014) a 5,8g/dL já caracterizam falha na transferência de imunidade passiva (ELSOHABY et al., 2018). Sendo assim, as PPT não são apenas um indicativo da ingestão do colostro, mas também da sua qualidade, por mensurar a quantidade de IgG transferida (ROCHA et al., 2012).

Para analisar quantitativamente essa ingestão de colostro, pode ser feita a mensuração de gama glutamiltransferase (GGT). O seu aumento na análise bioquímica é decorrente da ingestão da enzima glutamiltransferase, originária do colostro (ROCHA et al., 2012). A atividade sérica de GGT é extremamente elevada em bezerros jovens (> 500 a 1.000 UI/L) e depois diminui lentamente ao longo do tempo. Os bezerros com 3 a 4 semanas de idade têm concentrações de GGT comparáveis à atividade sérica de GGT no adulto, que geralmente é inferior a 50 UI/L (BUCZINSKI et al., 2019).

Portanto, levando em consideração o metabolismo da vaca no pré-parto, um colostro de qualidade e conseqüentemente a transferência de imunidade passiva efetiva aos bezerros, o objetivo deste estudo foi avaliar quais marcadores bioquímicos no pré-parto da vaca leiteira influenciaram no seu pós-parto imediato, na qualidade do colostro e na imunidade da bezerra.

OBJETIVOS

Geral

O objetivo deste estudo foi avaliar quais marcadores bioquímicos no pré-parto da vaca leiteira influenciaram no seu pós-parto imediato, na qualidade do colostro e na imunidade da bezerra.

Específicos

- Relacionar o perfil metabólico da vaca leiteira no pré-parto com sua influência no pós-parto imediato;
- Avaliar a concentração do perfil lipolítico da vaca no pré-parto a partir do NEFA e BHBA relacionando com a imunidade do neonato;
- Verificar quais os melhores marcadores de imunidade na bezerra;
- Relacionar o perfil metabólico mineral, energético e imune da vaca com a qualidade do colostro;
- Avaliar se a concentração de paraoxonase-1 e albumina na bezerra foram bons marcadores de imunidade;

Perfil metabólico das vacas leiteiras no pré-parto e sua influência no pós-parto imediato, qualidade do colostro e imunidade do neonato

*posteriormente será submetido a revista Journal of Dairy Science: https://els-jbs-prod.cdn.jbs.elsevierhealth.com/pb/assets/raw/Health%20Advance/journals/jods/JDS_Instruct_for_Contributors_SF.pdf

Dustin A. C. Hoffmann¹; Manoela Furtado^{2,4}; Lueli F. Bragança³; Giovanne M. Araújo^{2,4}; Fabiana Moreira^{1,4}; Viviane R. Rabassa⁵; Josiane Feijó⁵; Marcio N. Corrêa⁵; Vanessa Peripolli^{1,4}; Elizabeth Schwegler^{1,4*}.

- 1 -Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal. Instituto Federal Catarinense (IFC);
- 2- Graduando em Medicina Veterinária – IFC – *Campus* Araquari;
- 3- Médica Veterinária – Especialista em Clínica de Ruminantes UFPEL;
- 4- Núcleo de Ensino e Pesquisa em Produção Animal (NEPPA – IFC);
- 5- Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária (Nupeec – UFPEL)

*Autor para correspondência: elizabeth.schwegler@ifc.edu.br

Introdução

O período de transição para vacas leiteiras (três semanas pré e pós-parto) é uma fase crítica devido o desafio metabólico ao qual são submetidas, ocasionado pelo aumento brusco da demanda energética e mineral para manutenção do final da gestação e início da lactação (LING et al., 2018). Além de poder causar danos na saúde da vaca no período pós-parto (CAIXETA et al., 2017), esses transtornos metabólicos também podem interferir na saúde do neonato e na produção leiteira, ocasionando perdas econômicas para o produtor (ALVARENGA et al., 2015).

Nesse período as vacas comumente apresentam balanço energético negativo (BEN) ocasionado pela baixa ingestão de concentrado, não conseguindo suprir a demanda de energia para manutenção e produção leiteira (SHEEHY et al., 2016; BENEDET et al., 2020). Essa alta demanda leva a mobilização excessiva das reservas corporais, aumentando as concentrações de beta hidróxi-butirato (BHBA) circulante e de ácidos graxos não esterificados (NEFA) (CARVALHO et al., 2019). Por essas razões, a predição desses metabólitos sanguíneos é usada como referência para avaliar o estado nutricional e metabólico da vaca nesse período (BENEDET et al., 2020).

Segundo Martinez et al. (2012) e Ribeiro et al. (2013), quando a vaca se encontra em BEN, com concentrações sanguíneas de NEFA e BHBA elevadas, as chances de ocorrer hipocalcemia no pós-parto imediato são altas, trazendo malefícios tanto para a vaca como para sua prole. Wilhelm et al. (2017) observaram que bezerras nascidas de vacas hipocalcêmicas tiveram maior incidência de diarreia, quando comparadas a nascidas de vacas normocalcêmicas. Nesse contexto, foi observado que vacas com hipocalcemia tem maiores pré-disposição para doenças uterinas e uma menor atividade fagocitária de neutrófilos (MARTINEZ et al, 2012).

De acordo com Gärtner et al. (2019), as altas concentrações séricas de NEFA e BHBA associadas a alterações no escore de condição corporal (ECC) impactam diretamente no BEN, ressaltando assim a importância da monitoração do ECC adequado no período que antecede o parto. O BEN também causa alta supressão do sistema imune da vaca, pois há comprometimento da função neutrofílica (HAMMON et al., 2006). Aliado ao fato de que o BEN no período pré-parto também pode impactar negativamente na produção leiteira e na saúde na próxima lactação (SHEEHY, 2016), há uma preocupação nos impactos que esse transtorno metabólico pode causar na vida e saúde do neonato, já que podem afetar a qualidade do colostro.

Quando se trata da saúde dos bezerros, eles são mais vulneráveis a problemas de saúde entre o nascimento e o desmame (BARRY et al., 2019). Isso porque a estrutura da placenta bovina separa o suprimento de sangue materno e fetal,

impedindo que ocorra transferência de imunoglobulinas (Ig) durante a gestação (FISCHER et al., 2018). Esse fator torna o neonato totalmente dependente da absorção do colostro, aumentando ainda mais a importância do fornecimento de um colostro de qualidade. A absorção insuficiente de IgG pelo neonato (falha na transferência da imunidade passiva) vinda de um colostro de baixa qualidade torna os animais suscetíveis a infecções (ELSOHABY et al., 2017), aumenta o risco de morte, resulta em taxas de crescimento mais lentas e reduz a produtividade a longo prazo (OLIVEIRA et al., 2018). Sendo assim, considerando o metabolismo da vaca no período antecedente ao parto, a importância de um colostro de qualidade e conseqüentemente a transferência de imunidade passiva efetiva aos bezerros, este estudo teve como objetivo avaliar quais marcadores bioquímicos no pré-parto da vaca leiteira influenciaram no seu pós-parto imediato, na qualidade do colostro e na imunidade da bezerra.

Material e Métodos

Todos os procedimentos realizados durante o período experimental foram aprovados e seguiram os protocolos do Comitê de Ética em Uso Animal (CEUA) do Instituto Federal Catarinense, sob o número 295/2019. O experimento foi realizado em uma fazenda leiteira comercial de Palma Sola – SC (26°20'26.95" S, 53°17'19.45" O), de julho a setembro de 2019. A propriedade possuía 400 vacas em lactação confinadas em sistema "Compost Barn", com média de produção de 32 kg/vaca/dia.

Animais e dieta

Foram pré-selecionadas 52 vacas múltiparas da raça Holandês, encaminhadas para o lote do pré-parto aos 21 dias da data prevista do parto. Foram descartados do experimento as múltiparas que pariram gêmeos ou machos, totalizando ao final 21

vacas e possibilitando a padronização da amostra ($ECC 3,3 \pm 0,40$ e peso vivo de $689,50 \pm 59,68$ kg) e 21 bezerras.

Todos os animais foram mantidos no mesmo tipo de manejo, alojadas em um sistema confinado (Compost Barn), com livre acesso a alimentação e água. A dieta total era fornecida aos animais uma vez ao dia (7:00 horas da manhã) e distribuída na praça de alimentação com o auxílio de um vagão misturador. A análise bromatológica para determinar a composição nutricional da dieta pré-parto está descrita na tabela 1.

Tabela 1. Ingredientes e composição química da dieta total pré-parto misturada utilizada durante o período experimental:

Item	Composição (%)
Ingredientes	
Silagem de milho	86,27
Feno	1,97
Milho	3,40
Farelo de Soja 46%	7,05
Núcleo mineral*	1,30
Composição química (% MS)	
Fibra em detergente neutro	33,44
Fibra em detergente ácido	19,55
Amido	30,36
Cálcio	0,41
Fósforo	0,30
Magnésio	0,34
Potássio	1,01
Sódio	0,07
Enxofre	0,29
Cloreto	0,32
DCAD meq/100gr**	1,79
ELI Mcal/kg	1,586
ELg Mcal/kg	1,162
ELm Mcal/kg	1,787
Proteína bruta	14,17

*3,75% PB, 14% Ca, 13% Cl, 2,34% Na, 3% P, 8% Mg, 0,004% Co, 0,32% Zn, 0,32% Mn, 0,003% Cr, 0,08% Cu, 0,025% Fe, 0,006% I, 0,0024% Se, 0,12% Monensina sódica, 640.000.00 UI/kg de Vitamina A, 160.000.00 UI/kg de Vitamina D3, 3.200.00 UI/kg de Vitamina E. **Diferença Cátion Aniônica da Dieta.

Amostragem

As coletas de sangue, escore de condição corporal (ECC) e pesagem dos animais, foram feitas nos dias -20 da data prevista do parto, e caso não tivesse antecipado o parto, no dia -5, e ainda 24 horas após o parto. Nas bezerras as coletas de sangue e avaliação do peso eram realizadas 24 horas após a colostragem. A coleta de urina nas vacas foi realizada no pré-parto através de massagem perivulvar, e a amostra do colostro foi adquirida logo após a primeira ordenha (realizada tipo balde ao pé) em seguida do parto.

Parâmetros produtivos

As vacas leiteiras foram monitoradas durante todo o período experimental para incidência de morbidade e mortalidade, e caso apresentassem alguma enfermidade, eram excluídas do experimento. As vacas e bezerras foram pesadas utilizando fita específica para a espécie. O ECC nas vacas foi mensurado de acordo com Wildman et al. (1982), pelo mesmo avaliador nos dias das coletas.

As amostras de colostro foram analisadas para determinar o percentual % Brix através de um refratômetro óptico (Vodex®) e se o valor fosse inferior a 25%, as bezerras recebiam o colostro do banco de colostro armazenado na fazenda. Na urina era aferido o pH através de um pHmetro portátil (Kasvi®), para monitorar a eficiência da dieta pré-parto.

Foi anotado o tempo que as bezerras demoravam para receber o colostro, considerando que logo após o parto elas eram separadas da mãe, ficando em baia individual.

Parâmetros metabólicos

As amostras de sangue das vacas eram colhidas após serem liberadas para a alimentação da manhã, por punção do complexo arteriovenoso coccígeo e armazenadas em tubos de coleta de sangue comerciais tipo *Vacutainer*[®] (10mL) com ativador de coágulo. Nas bezerras foram coletadas da veia jugular vinte e quatro horas após a colostragem, e armazenadas em tubos de coleta de sangue comerciais tipo *Vacutainer*[®] (10mL) com ativador de coágulo e em tubos contendo EDTA (anticoagulante).

Os tubos foram centrifugados por 15 minutos a 1800 g para obtenção do soro e plasma. As amostras de soro foram armazenados a -20°C em tubos tipo *ependorf*[®] para posteriores análises bioquímicas. No plasma do bezerro logo após a centrifugação, foi mensurado para estimar a eficiência da colostragem e imunidade, o % brix através do refratômetro portátil (*Vodex*[®]), e análise das proteínas plasmáticas totais (PPT) também por refratometria óptica (RTP -12, *Instruterm*[®]).

Nas amostras sorológicas das vacas foram avaliados os minerais de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), os marcadores energéticos ácido graxo não esterificado (NEFA) e beta hidroxí butirato (BHBA), e as proteínas de fase aguda paraoxonase-1 (PON1) e albumina. Nas amostras sorológicas das bezerras foram realizadas também outras análises para estimar a imunidade: proteínas de fase aguda PON1, albumina e a enzima gama glutamil transferase (GGT), e ainda, os minerais Ca e Mg. Os marcadores Ca, Mg, albumina e GGT foram utilizados kits comerciais (*Labtest Diagnostica*, Lagoa Santa, SP, Brasil) e a leitura em analisador bioquímico semi-automático (*TEKNA*, T-3000), e NEFA e BHBA kits comerciais *Randox*[®] e sua leitura em analisador bioquímico automático (*Labmax pleno*[®]), e PON-1 pelo método cinético através de um protocolo

previamente descrito (Browne *et al.*, 2007) e a leitura realizada no espectrofotômetro de luz ultravioleta (FEMTO Cirrus 80MB, FEMTO Indústria e Comércio de Instrumentos, São Paulo, Brasil).

Análise estatística

Os dados das variáveis metabólicas pré e pós-parto da vaca bem como as variáveis metabólicas do bezerro e as relacionados a qualidade do colostro foram testados quanto à normalidade da distribuição e homogeneidade dos resíduos através dos testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. Para analisar as relações entre as variáveis os dados foram submetidos as análises de correlação (PROC CORR).

Análise de regressão (PROC REG) foi realizada para i) estimar as variáveis metabólicas pós-parto a partir das variáveis metabólicas pré-parto; ii) estimar as variáveis metabólicas do bezerro a partir das variáveis metabólicas pré-parto da vaca, considerando somente os bezerros que receberam o colostro da sua respectiva mãe com graus brix superior a 25% (n=10). As vacas foram categorizadas em dois grupos de acordo com o teor de ácidos graxos não esterificados (NEFA) no pré-parto, sendo grupo NEFA elevado: vacas com teor de NEFA igual ou superior a 0,08 unidade (mediana) e grupo NEFA baixo: vacas com teor de NEFA abaixo de 0,08 unidades, posteriormente pelo quartil 75 (0,18) da mesma forma.

A comparação entre os grupos foi realizada com análise de variância usando o procedimento MIXED e as médias dos grupos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. A análise de componentes principais (PROC PRINCOMP) foi realizada i) com as variáveis metabólicas pré e pós-parto da vaca; ii) com as variáveis metabólicas pré - parto da vaca e as variáveis metabólicas do bezerro considerando somente os bezerros que receberam o colostro da sua respectiva mãe. Os dados foram analisados usando o programa SAS (Analysis System Institute, Cary, NC, USA, versão 9,3).

Resultados

A coleta pré-parto foi em média oito dias ($\pm 5,47$) da data antecedente ao parto. Na tabela 2 está demonstrado o comportamento dos dados de acordo com a coleta pré ou pós-parto das vacas e das bezerras 24 horas após a colostragem.

Tabela 2: Análise sumária dos dados de acordo com o momento pré e pós parto das vacas leiteiras e das bezerras 24 horas após a colostragem.

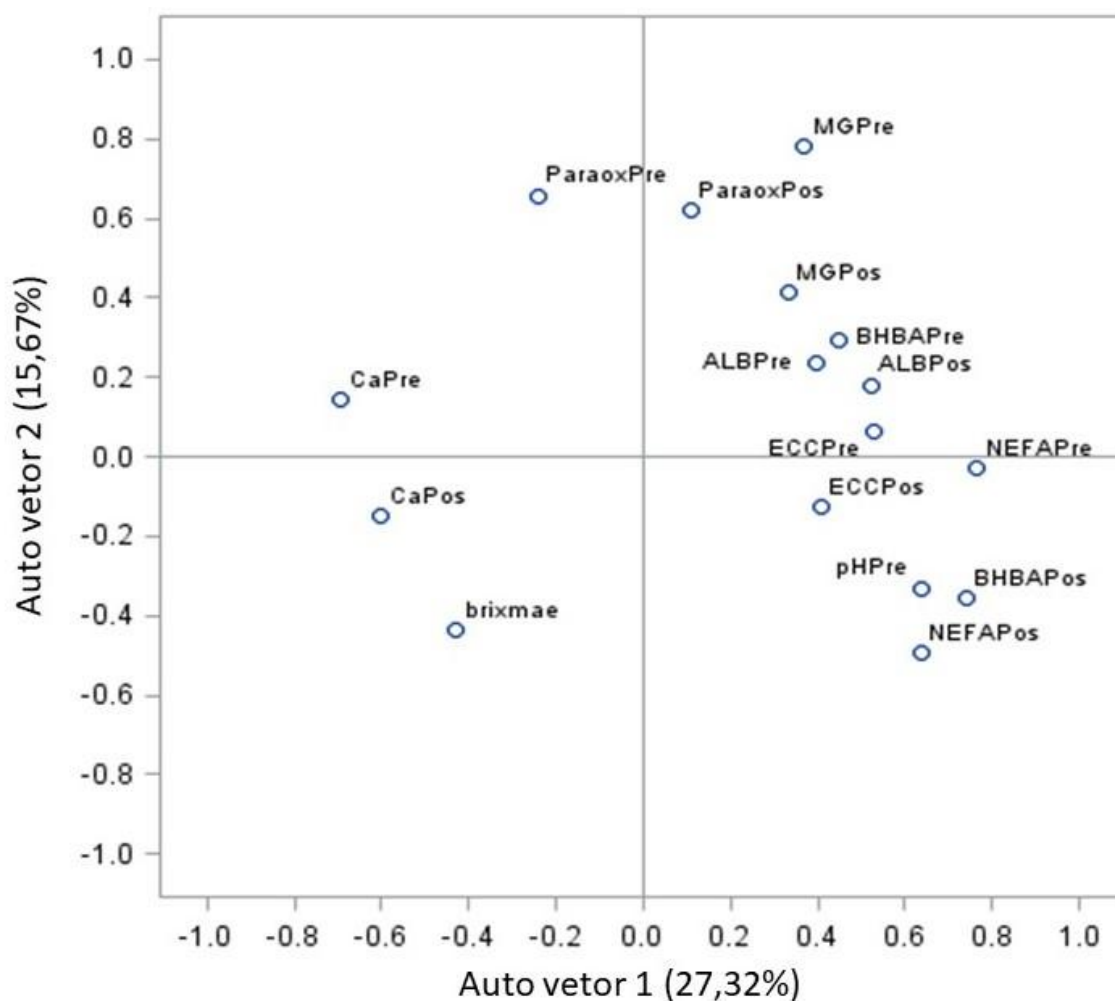
Marcador/Categoria	Média	Erro Padrão da Média
<i>Vacas pré parto</i>		
Peso (kg)	689,5	14,07
ECC	3,31	0,09
pH urinário	6,52	0,21
Cálcio (mg/dl)	8,71	0,17
Magnésio (mg/dl)	2,30	0,08
Albumina (g/dl)	2,55	0,04
Paraoxonase -1 (U/ml)	83,67	3,91
BHBA (mmol/L)	0,40	0,03
NEFA (mmol/L)	0,16	0,05
<i>Vacas pós parto</i>		
Peso (kg)	661,80	12,58
ECC	3,18	0,08
Brix colostro (%)*	25,47	0,95
Cálcio (mg/dl)	7,51	0,19
Magnésio (mg/dl)	3,09	0,15
Albumina (g/dl)	2,62	0,04
Paraoxonase -1 (U/ml)	71,09	2,52

BHBA (mmol/L)	0,53	0,04
NEFA (mmol/L)	0,63	0,11
<hr/>		
Bezerras		
<hr/>		
Peso (kg)	42,19	0,99
Brix colostro (%)**	28,38	0,25
Brix (%)	9,85	0,19
PPT (g/dl)	7,57	0,17
Albumina (g/dl)	1,95	0,04
Paraoxonse -1 (U/ml)	17,44	3,67
GGT (U/L)	485,59	81,57
Ca (mg/dl)	9,51	0,13
Mg (mg/dl)	2,55	0,07

*Brix do colostro de todas as vacas (n=21). **Brix do colostro que as bezerras receberam.

Na figura 1 demonstra que os dois auto vetores explicaram 42,99% da variação dos parâmetros metabólicos das vacas, no pré e pós parto imediato. O primeiro auto vetor (27,32%) mostrou que o NEFA no pós parto foi maior em vacas com pH urinário mais alto no pré-parto e BHBA maior no pós-parto. O auto vetor 2 (15,67%) mostrou que NEFA e BHBA no pós parto foi maior em vacas com Ca menor no pré-parto. E ainda as vacas com maior NEFA e BHBA no pré e pós-parto foram as que tiveram menores % brix do colostro.

Figura 1: Dois primeiros autovetores da variação dos parâmetros metabólicos das vacas leiteiras, no pré e pós parto imediato.

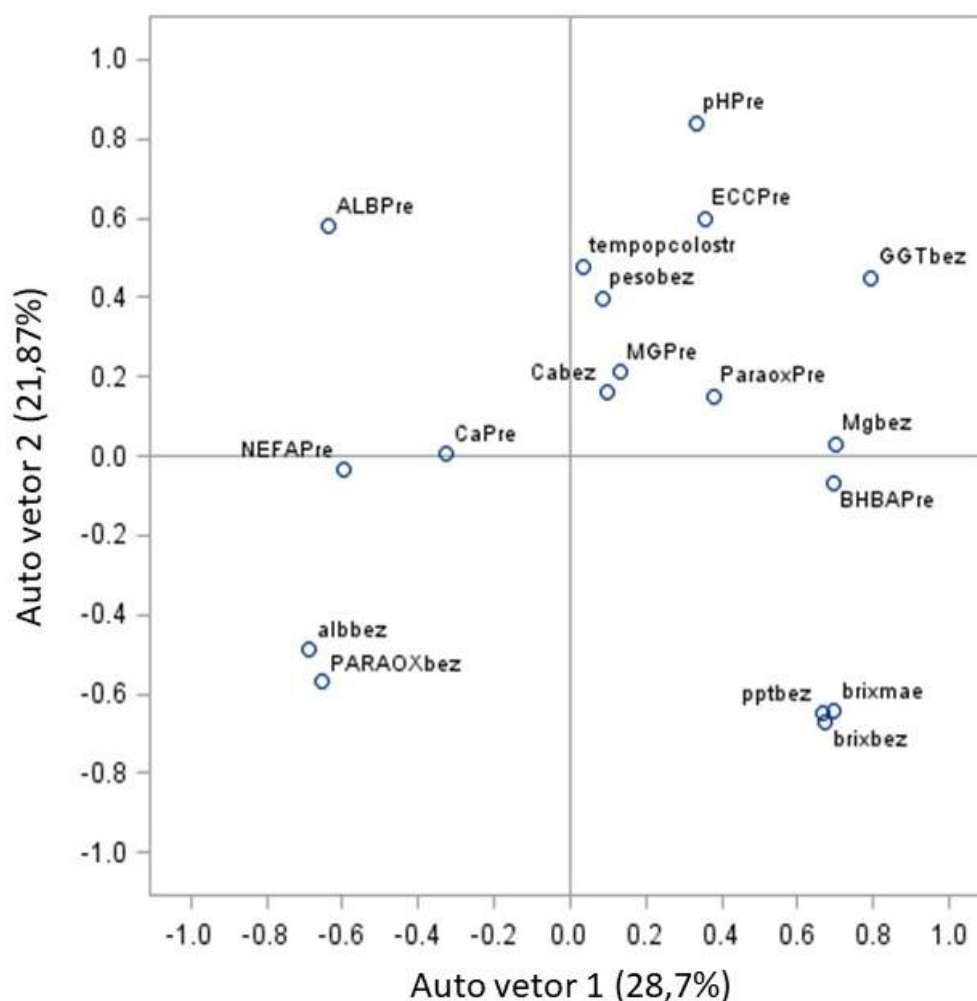


CaPre= Cálcio pré-parto; CaPos= Cálcio pós-parto; MGPre= Magnésio pré-parto; MgPos= magnésio pós parto; brixmae= % brix do colostro da vaca; ParaoxPre= Paraoxonase – 1 pré-parto; ParaoxPos= Paraoxonase -1 pós-parto; ALBPre= Albumina pré-parto; ALBPos= Albumina pós-parto; BHBAPre= Beta hidroxi butirato pré-parto; BHBAPos= Beta hidroxi butirato pós-parto; NEFAPre= ácido graxo não esterificado pré-

parto; NEFAPos= ácido graxo não esterificado pós-parto; pHPre= pH urinário pré-parto; ECCPre= escore de condição corporal no pré-parto; ECCPos= escore de condição corporal no pós-parto;

Na figura 2 demonstra que os dois auto vetores explicaram 50,57% da variação dos parâmetros metabólicos da vaca no pré-parto e os parâmetros de imunidade da bezerra que recebeu o colostro de sua mãe (n=10). O primeiro auto vetor (28,70%) mostrou que o % brix do colostro da mãe influencia diretamente o % brix e a PPT da bezerra. O auto vetor 2 (21,87%) mostrou que o NEFA no pré-parto da vaca, influencia negativamente nos marcadores de imunidade, quanto mais alto o NEFA menor o % brix do colostro da mãe, % brix da bezerra e PPT.

Figura 2: Dois primeiros autovetores da variação dos parâmetros metabólicos da vaca no pré-parto e da bezerra 24 horas após o nascimento, que recebeu o colostro da própria mãe (n=10).



CaPre= Cálcio pré-parto; Cabez= Cálcio bezerra; MGPre= Magnésio pré-parto; Mgbez= magnésio bezerra; brixmae= % brix do colostro da vaca que foi utilizado para própria bezerra; ParaoxPre= Paraoxonase – 1 pré-parto; Paraoxbez= Paraoxonase -1 bezerra; ALBPre= Albumina pré-parto; albbez= albumina bezerra; BHBAPre= Beta hidroxi butirato pré-parto; NEFAPPre= ácido graxo não esterificado pré-parto; pHPre= pH urinário pré-parto; ECCPre= escore de condição corporal no pré-parto; tempocolostr= tempo do nascimento até o bezerra receber o colostro; pesobez= peso do bezerra; GGTbez= gama glutaril transferase bezerra; brixbez= percentual brix da bezerra; pptbez= proteína plasmáticas totais da bezerra.

Na tabela 3 está demonstrado a regressão multivariada dos marcadores pré-parto que influenciaram no pós-parto das vacas (n=21), e os marcadores pré-parto que influenciaram nos marcadores das bezerras, considerando apenas as que receberam o colostro da mãe (n=10). Fica evidenciado que o NEFA pré-parto foi o marcador que mais teve tendência a afetar no metabolismo do pós-parto imediato das vacas, e também foi um dos fatores que afetaram a % brix da bezerra.

Tabela 3: Regressão multivariada dos marcadores pré-parto que influenciaram no pós-parto das vacas (n=21), e os marcadores pré-parto que influenciaram nos marcadores das bezerras, considerando apenas as que receberam o colostro da mãe (n=10).

Marcadores pós-parto vaca	Influência do pré-parto Marcadores pré-parto	Valor de P	r²
ECC	2,15687 + 0,15729 pH urina	0,0904	0,1594
Brix colostro mãe	26,74696 – 8,91456 NEFA	0,0831	0,176
Ca	7,90876 - 2,54401 NEFA	0,0072	0,3544
Mg	0,27192 + 1,21081 Mg	0,0054	0,3737
BHBA	0,47272 + 0,39301 NEFA	0,0732	0,1766
NEFA	-0,63870 + 0,19390 pH urina	0,1111	0,1425
Albumina	1,37214 +0,46149 albumina + 0,43328 NEFA	0,0058	0,5285
Paraoxonase (PON-1)	32,35988 + 33,91023BHBA + 0,29290 PON-1	0,0279	0,3608
Marcadores dos bezerras	Influência do pré-parto da mãe	Valor de p	r²
% Brix bezerra	-1.66198 – 3,21167 NEFA + 0,44626 brix colostro mãe – 0,26186 tempo colostragem	0,0092	0,8348
PPT bezerra	19,67697 – 4,72455 Albumina	0,0091	0,5937
Peso do bezerra	- 4,87310 + 4,34923 ECC + 3,71423 Ca	0,0460	0,5369
Albumina	4,93611- 0,65833 Albumina – 3,22014 BHBA – 0,07524 tempo de colostragem	0,0027	0,8529
Paraxonase -1	9,49229 - 16,84363 pH urina + 18,85356 cálcio – 0,55736 Paraxonase -1	0,0126	0,8713
GGT	-1411,69286 + ECC	0,0058	0,6349
Cálcio	12,64868 -1,48088 Mg	0,0111	0,5298

Mg	9,32221 + 0,17670 ECC - 0,73474 Ca - 0,35845 Mg -1,50542 NEFA	0,0015	0,9268
----	--	--------	--------

Na tabela 4 e 5 os animais foram categorizados respectivamente pela mediana do NEFA no pré-parto e seu Quartil 75, avaliando o seu efeito sobre o metabolismo do pós-parto imediato das vacas (n=21), e de seus respectivos bezerras (n=21).

Tabela 4: Marcadores zootécnicos e metabólicos das vacas no pré e pós-parto imediato e das bezerras (média e erro padrão da média), categorizados a partir da mediana do NEFA pré-parto, em grupo NEFA BAIXO (<0,08 mmol/L) e NEFA ALTO (\geq 0,08 mmol/L):

Marcador	NEFA BAIXO	NEFA ALTO	Valor d P
Pré-parto			
Peso (kg)	676,60 \pm 18,8438	705,63 \pm 21,0680	0,3198
ECC	3,45 \pm 0,12	3,18 \pm 0,12	0,1302
pH urinário	6,27 \pm 0,30	6,75 \pm 0,29	0,27
Cálcio (mg/dl)	9,06 \pm 0,24	8,42 \pm 0,21	0,06
Magnésio (mg/dl)	2,38 \pm 0,12	2,23 \pm 0,10	0,35
Albumina (g/dl)	2,55 \pm 0,06	2,55 \pm 0,06	0,96
BHBA (mmol/L)	0,41 \pm 0,04	0,40 \pm 0,04	0,79
Paraoxonase - 1 (U/ml)	92,57 \pm 5,28 ^a	76,37 \pm 4,77 ^b	0,04
Pós-parto			
Peso (kg)	648,40 \pm 17,73	675,20 \pm 17,73	0,30
ECC	3,25 \pm 0,12	3,10 \pm 0,12	0,38
Brix colostro (%)	24,33 \pm 1,37	26,50 \pm 1,30	0,27

Cálcio (mg/dl)		7,93±0,26 ^a	7,16±0,24 ^b	0,04
Magnésio (mg/dl)		3,29±0,23	2,93±0,21	0,26
Albumina (g/dl)		2,58±0,05	2,65±0,05	0,40
BHBA (mmol/L)		0,46±0,06	0,59±0,06	0,13
NEFA (mmol/L)		0,40±0,15	0,81 ± 0,14	0,06
Paraoxonase- (U/ml)	1	75,03±3,66	67,86±3,31	0,16
Bezerras				
Peso (kg)		43,40±1,42	41,09 ± 1,35	0,25
Brix (%)		9,57±0,25	10,13±0,25	0,14
PPT (g/dl)		7,30±0,23	7,83±0,23	0,12
Albumina (g/dl)		1,98±0,06	1,92± 0,06	0,54
Paraoxonase (U/ml)	-1	15,61±5,43	19,10±5,17	0,65
GGT (U/L)		525,54±117,77	445,64±117,77	0,64
Cálcio (mg/dl)		9,76±0,17	9,28±0,17	0,07
Magnésio (mg/dl)		2,61±0,11	2,50±0,10	0,47

Tabela 5: Marcadores zootécnicos e metabólicos das vacas no pré e pós-parto imediato e dos bezerros (média e erro padrão da média), categorizados a partir do Quartil 75 do NEFA pré-parto, em grupo NEFA BAIXO (<0,18 mmol/L) e NEFA ALTO (≥ 0,18 mmol/L):

Marcador	NEFA BAIXO	NEFA ALTO	Valor d P
Pré-parto			
Peso (kg)	682,46±16,73	707,80±26,98	0,44

ECC	3,28± 0,10	3,40±0,18	0,58
pH urinário	6,29±0,22 ^a	7,26±0,40 ^b	0,05
Cálcio (mg/dl)	8,96±0,16 ^a	7,94±0,28 ^b	0,01
Magnésio (mg/dl)	2,26±0,09	2,40±0,16	0,45
Albumina (g/dl)	2,52±0,04	2,64±0,08	0,21
BHBA (mmol/L)	0,40±0,03	0,41±0,05	0,90
Paraoxonase - 1 (U/ml)	86,28±4,48	75,83±7,75	0,26

Pós-parto

Peso (kg)	656,00±14,13	685,00±28,26	0,37
ECC	3,13±0,09	3,38±0,18	0,24
Brix colostro (%)	26,13±1,04	23,00±2,02	0,19
Cálcio (mg/dl)	7,73±0,20 ^a	6,86±0,35 ^b	0,05
Magnésio (mg/dl)	3,13±0,18	2,96±0,32	0,64
Albumina (g/dl)	2,58±0,04	2,74±0,07	0,09
BHBA (mmol/L)	0,50±0,05	0,61±0,08	0,29
NEFA (mmol/L)	0,59±0,13	0,76±0,22	0,50
Paraoxonase - 1 (U/ml)	71,29±2,99	70,48±5,18	0,89

Bezerras

Peso (kg)	42,43±1,15	41,40±2,07	0,67
Brix (%)	9,93±0,22	9,60±0,37	0,45
PPT (g/dl)	7,63±0,19	7,33±0,39	0,50
Albumina (g/dl)	1,97±0,05	1,89±0,09	0,49
Paraoxonase -1 (U/ml)	19,83±4,17	9,80±7,46	0,26

GGT (U/L)	440,54±94,41	620,76±163,53	0,35
Cálcio (mg/dl)	9,59±0,15	9,26±0,27	0,29
Magnésio (mg/dl)	2,56±0,09	2,52±0,16	0,81

Discussão

Dos dados avaliados no pós-parto, a concentração sérica do NEFA pré-parto foi o que mais influenciou nos marcadores do pós-parto imediato, tanto em relação a calcemia quanto a qualidade do colostro da mãe. Esse período de transição é considerado o mais desafiador para as vacas leiteiras, visto que sofrem várias adaptações fisiológicas e metabólicas, como resistência à insulina, ingestão reduzida de ração, função imunológica e balanço energético negativo (BEN). O BEN ocorre quando há mais necessidade de energia para sustentar a produção de leite no início da lactação, do que ingestão de energia pelo animal. Vacas com BEN geralmente possuem aumento da lipólise, aumentando a produção de NEFA e absorvidos pelo fígado posteriormente (RODRIGUEZ-JIMENEZ et al., 2018). De acordo com Oetzel & Goof (2008), valores de NEFA acima de 0,4mmol/L no pós-parto já são indicativos de lipomobilização, o que mostra que os animais do experimento passaram por lipólise intensa no pré-parto. Nos nossos achados foram verificados essas concentrações no pós-parto, podendo ser explicado por serem rebanhos de alta produção.

Esse aumento pode ser usado para identificar riscos de distúrbios no pós-parto, e é um predisponente para tais, como retenção de placenta, deslocamento de abomaso, cetose e hipocalcemia (FILHO et al., 2017). Essa última informação relacionada a hipocalcemia confirmou-se nos dados obtidos no nosso experimento, pois os animais com o NEFA mais alto no pré-parto, apresentaram menor concentração de cálcio no pós-parto, assim como visto por Martinez e colaboradores (2012). Em estudo feito por Chapinal e colaboradores (2012), eles encontraram altas concentrações séricas de NEFA e BHBA e baixas concentrações de cálcio no periparto,

associando esses fatores à perda precoce de leite na lactação e reprodução prejudicada.

As dietas pré-parto acidogênicas com diferença catiônica-ânion dietética negativa (DCAD) levam a acidose metabólica compensada, para estimular a mobilização de Ca ósseo no pré-parto e aumento da absorção intestinal, com o objetivo de tentar diminuir a incidência de hipocalcemia clínica e subclínica no pós-parto (GLOSSON et al., 2020). Para monitorar o grau de acidificação sistêmica e prever a hiper calciúria resultante dessa alimentação, pode-se utilizar a aferição do pH urinário (CONSTABLE et al, 2019). Em nosso estudo, a dieta pré-parto apesar de o DCAD ter sido positivo, porém não tão elevado, resultou em um pH menor quando comparado com estudos que ofereceram uma alimentação neutra para os animais (sem DCAD) (LENO et al., 2017), resultado consistente com estudos anteriores onde o aumento da acidogenicidade da dieta diminuiu o pH da urina (VAGNONI & OETZEL, 1998; MOORE et al., 2000; CHARBONNEAU et al., 2006). Na figura dos autovetores foi verificado que o pH urinário pré-parto teve alta correlação positiva com os marcadores lipolíticos pós-parto, enfatizando a importância de se ter o pH mais baixo no pré-parto, prevenindo doenças pós-parto, devido as vacas estavam passando por um desafio metabólico grande (DIEHL et al., 2018). Já o magnésio, como era esperado, só foi influenciado por ele mesmo, ressaltando ainda mais a importância de uma dieta balanceada.

O BHBA e NEFA pós parto nas vacas apresentaram comportamento oposto aos marcadores de imunidade albumina e paraoxonase pós parto. Esse comportamento se deve ao momento em que as vacas estão passando pelo BEN, as altas concentrações de NEFA podem atingir o fígado, afetando sua capacidade de oxidação completa, e isso reflete em um aumento de corpos cetônicos no sangue (ou seja, BHBA), pois estes são os produtos de oxidação parcial do NEFA (RODRIGUEZ-JIMENEZ et al., 2018). Conforme as concentrações de NEFA e BHBA aumentam, além do acúmulo de triglicerídeos no fígado, as chances de incidência de fígado gorduroso no início da lactação também aumentam (MARQUEZ & RADEMACHER, 1999). Segundo González & Scheffer (2002), a

redução nesses marcadores de imunidade, principalmente da albumina, pode ocorrer justamente devido ao papel dela como transportadora, e associado ao alto valor de enzimas hepáticas, a hipoalbuminemia se torna um indicador de falha hepática.

Na análise de regressão multivariada, observou-se que o NEFA da vaca pré-parto afetou negativamente o % brix da bezerra, assim como o tempo de colostragem. Segundo Sordillo & Raphael (2013), o estresse metabólico da vaca começa várias semanas antes do parto, e isso pode ter o potencial de afetar o feto, o que vai de encontro a um dos achados do nosso estudo, pois a concentração média de NEFA pré-parto afetou negativamente os parâmetros de imunidade da bezerra. Esses dados corroboram com o estudo feito por Ling e colaboradores (2018), onde os bezerros expostos a uma alta mobilização lipídica da mãe tiveram maiores concentrações séricas de índice de status oxidante e de haptoglobina, que também é uma proteína de fase aguda, porém não avaliada em nosso estudo. Até o momento, esse efeito da concentração materna de NEFA no período gestacional sobre o estado oxidante e inflamatório da bezerra na fase pós-natal ainda não foi bem elucidado, porém, estudos *in vitro* demonstraram que os ácidos graxos podem estimular indiretamente as vias inflamatórias (OHTSU et al., 2017). Além disso, em estudos *in vitro* em oócitos e blastocistos bovinos feito por Van Hoeck e colaboradores (2013; 2015), concentrações elevadas de NEFA alteraram a expressão gênica relacionada ao metabolismo oxidativo. Ainda são necessárias mais pesquisas para determinar se a exposição a valores mais altos de NEFA no pré-parto apresenta riscos aos filhos de doenças relacionadas ao estresse oxidativo e inflamação, como mastite, pneumonia e diarreia (LING et al., 2018).

Quando se trata de imunidade do neonato bovino, deve ser levado em consideração que a estrutura da placenta bovina é organizada de tal forma que o suprimento de sangue materno e fetal não se encontram, o que faz com que o bezerro nasça sem imunoglobulinas, tornando fundamental o fornecimento de um colostro de qualidade, em quantidade e tempo suficiente para garantir a saúde e o bem-estar do

neonato até que o organismo consiga desenvolver sua própria imunidade (CONNELLY et al., 2014). De acordo com Homerosky e colaboradores (2017), o colostro deve ser fornecido ao neonato em até quatro horas (240 min) após o nascimento, pois isso tem grande impacto positivo na transferência da imunidade passiva. Isso porque o epitélio intestinal encerra a sua absorção de macromoléculas cerca de 24h após o parto, e o pico da transferência passiva de IgG pelo epitélio do intestino delgado ocorre nas primeiras quatro horas de vida (FISCHER et al., 2018). Sendo assim, em relação ao tempo de colostragem, as bezerras do experimento tiveram um bom aproveitamento. Além do exposto, em experimento feito por Fischer e colaboradores (2018), bezerros alimentados com colostro de 6 a 12 horas após o nascimento comparados com neonatos que receberam o colostro imediatamente após o parto, tiveram a transferência de imunidade passiva diminuída. Quando o colostro não é fornecido de imediato ao recém-nascido, a permeabilidade intestinal diminui, mas o processo por qual isso ocorre ainda não está bem elucidado. Em nosso experimento, alguns parâmetros no bezerro não se mostraram bons biomarcadores, como a albumina, paraoxonase- 1, cálcio e magnésio, podendo ser devido ao momento da coleta, que em estudo futuros sugere-se ser feita na bezerra com um tempo maior de vida.

A qualidade do colostro é outro fator que influencia diretamente na imunidade do bezerro. São diversos os fatores que podem ter relação a essa concentração, como raça, idade, duração do período seco e dieta pré-parto (SILVA-DEL-RÍO et al., 2017). Silva-del-Río (2017) relata que um colostro de alta qualidade é aquele que possui concentração de IgG superior a 50g/L. Quanto mais denso for o colostro, mais IgG há nele, e é por esse fator que a refratometria % Brix pode ser usada de forma segura para estimar a concentração de IgG, e conseqüentemente a qualidade do colostro.

Os valores aceitos para a leitura do Brix variam entre 18 a 22% (SILVA-DEL-RÍO, 2017), sendo que a fazenda onde o experimento foi realizado tem como ponto de corte apenas colostros com brix acima de 25%, caracterizando-os como de ótima

qualidade. Em nosso estudo o % brix na bezerra se mostrou mais sensível para determinar quais fatores influenciam na imunidade do neonato, comparado à PPT como verificado na análise multivarada.

Conclusão

Baseados nos achados elucidados, nosso estudo detectou que dos marcadores avaliados, o NEFA pré-parto foi o marcador que mais influenciou no metabolismo do pós-parto imediato na vaca leiteira múltípara, na sua qualidade do colostro e imunidade da bezerra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos na área de metabolismo de vacas leiteiras em transição são de extrema relevância para podermos cada vez mais entender e poder minimizar os efeitos deletérios e conseqüentemente os prejuízos econômicos que podem ocorrer. Assim este estudo, avaliando na fase final de gestação das vacas e suas bezerras vem a contribuir para podermos levar mais informações aos produtores de leite e áreas afins, trazendo informações importantes para melhorarmos os manejos em vacas no pré parto prevenindo distúrbios metabólicos e impactos na saúde da bezerra, melhorando índices produtivos e maximizando os ganhos econômicos na atividade leiteira.

Considerando os resultados obtidos a partir deste experimento, observamos a influência do NEFA pré-parto da vaca no pós-parto imediato, na qualidade do colostro e na imunidade do neonato, estando também diretamente relacionado a calcemia. Além disso, foi possível ressaltar a importância de um % brix de colostro adequado, que aliado a um menor tempo de colostragem possível conferem uma transferência de imunidade passiva de qualidade a bezerra. Nos marcadores de imunidade da bezerra, quando coletado 24 horas após a colostragem, o % brix foi o que se demonstrou mais eficiente. Em relação aos demais marcadores analisados na bezerra, principalmente albumina, paraoxonase – 1, cálcio e magnésio, mais estudos devem ser feitos com diferentes momentos de coleta na vida da bezerra, para uma melhor análise do efeito do metabolismo da vaca no pré-parto na vida do neonato.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA E.A.; MOREIRA G.H.F.A.; FACURY FILHO E.J.; LEME F.O.P.; COELHO S.G.; MOLINA L.R.; LIMA J.A.M.; CARVALHO A.U. Evaluation of the metabolic profile of Holstein cows during the transition period. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 35(3), 281-290, 2015.

BARRY, J.; BOKKERS, E.A.M.; BERRY, D.P.; BOER, I.J.M.; MCCLURE, J.; KENNEDY, E. Associations between colostrum management, passive immunity, calf-related hygiene practices, and rates of mortality in preweaning dairy calves. **Journal of Dairy Science**. 102, 10266-10276, 2019.

BENEDET, A.; COSTA, A.; MARCHI, M.; PENASA, M. Heritability estimates of predicted blood β -hydroxybutyrate and nonesterified fatty acids and relationships with milk traits in early-lactation Holstein cows. **Journal of Dairy Science**. 103, 6354-6363, 2020.

BIONAZ, M., TREVISI, E.; CALAMARI, F.; LIBRANDI, F.; FERRARI, A.; BERTONI, G. Plasma Paraoxonase, Health, Inflammatory Conditions, and Liver Function in Transition Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**. 90, 1740-1750, 2007.

BUCZINSKI, S.; VANDEWEERD, M. Diagnostic accuracy of refractometry for assessing bovine colostrum quality: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Dairy Science**. 99, 7381-7394, 2016.

BUCZINSKI, S.; DUBUC, J.; BOURGEOIS, V.; BAILLARGEON, P.; CÔTÉ, N.; FECTEAU, G. Validation of serum gamma-glutamyl transferase activity and body weight information for identifying dairy calves that are too young to be transported to auction markets in Canada. **Journal of Dairy Science**. 103, 2567-2577, 2019.

CAIXETA, L.S.; OSPINA, P.A.; CAPEL, M.B.; NYDAM, D.V. Association between subclinical hypocalcemia in the first 3 days of lactation and reproductive performance of dairy cows. **Theriogenology**. 94, 1-7, 2017.

CARVALHO, M.R.; PEÑAGARICANO, F.; SANTOS, J.E.P.; DEVRIES, T.J.; MCBRIDE, B.W.; RIBEIRO, E.S. Long-term effects of postpartum clinical disease on milk production, reproduction, and culling of dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 102, 11701-11717, 2019.

CHAPINAL, N.; CARSON, M.E.; LEBLANC, S.J.; LESLIE, K.E.; GODDEN, S.; CAPEL, M.; SANTOS, J.E.P.; OVERTON, M.W.; DUFFIELD, T.F. The association of serum metabolites in the transition period with milk production and early-lactation reproductive performance. **Journal of Dairy Science**. 95, 1301-1309, 2012.

CHARBONNEAU, E.; PELLERIN, D.; OETZEL, G.R. Impact of lowering dietary cation-anion difference in nonlactating dairy cows: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**. 89, 537-548, 2006.

CONNELLY, M.; BERRY, D.P.; MURPHY, J.P.; LORENZ, I.; DOHERTY, M.L.; KENNEDY, F. Effect of feeding colostrum at different volumes and subsequent number of transition milk feeds on the serum immunoglobulin G concentration and health status of dairy calves. **Journal of Dairy Science**. 97, 6991-7000, 2014.

CONSTABLE, P.D., MEGAHED, A.A., HIEW, M.W.H. Measurement of urine pH and net acid excretion and their association with urine calcium excretion in periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 102, 11370-11383, 2019.

DIEHL, A. L.; BERNARD, J.K.; TAO, S.; SMITH, T.N.; KIRK, D.J.; MCLEAN, D.J.; CHAPMAN, J.D. Effect of varying prepartum dietary cation-anion difference and calcium concentration on postpartum mineral and metabolite status and milk production of multiparous cows. **Journal of Dairy Science**. 101, 9915-9925, 2018.

DON, B.R.; KAYSEN, G. Serum albumin: relationship to inflammation and nutrition. **Seminars in Dialysis**. 17(6), 432-437, 2004.

ELSOHABY, I.; MCCLURE, J.T.; CAMERON, M.; HEIDER, L.C.; KEEFE, G.P. Rapid assessment of bovine colostrum quality: How reliable are transmission infrared spectroscopy and digital and optical refractometers? **Journal of Dairy Science**. 100, 1427-1435, 2017.

ELSOHABY, I.; MCCLURE, J.T.; WAITE, L.A.; CAMERON, M.; HEIDER, L.C.; KEEFE, G.P. Using serum and plasma samples to assess failure of transfer of passive immunity in dairy calves. **Journal of Dairy Science**. 102, 1-11, 2018.

FILHO, A.P.S.; MENDONÇA, C.L.; SOUTO, R.J.C.; SILVA, R.J.; SOARES, P.C.; AFONSO, J.A.B. Biochemical and hormonal indicators from healthy and sickly crossbred dairy cows during late pregnancy and early lactation. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 37, 1229-1240, 2017.

FISCHER, A.J.; SONG, Y.; HE, Z.; HAINES, D.M.; GUAN, L.L.; STEELE, M.A. Effect of delaying colostrum feeding on passive transfer and intestinal bacterial colonization in neonatal male Holstein calves. **Journal of Dairy Science**. 101, 3099-3109, 2018.

GÄRTNER, T.; GERNAND, E.; GOTTSCHALK, J.; DONAT, K. Relationships between body condition, body condition loss, and serum metabolites during the transition period in primiparous and multiparous cows. **Journal of Dairy Science**. 102, 9187-9199, 2019.

GIORDANO, A.; VERONESI, M.C.; ROSSI, G.; PEZZIA, F.; PROBO, M.; GIORI, L.; PALTRINIERI, S. Serum paraoxonase-1 activity in neonatal calves: Age related variations and comparison between healthy and sick animals. **The Veterinary Journal**. 197, 499-501, 2013.

GLOSSON, K.M.; ZHANG, X.; BASCOM, S.S.; ROWSON, A.D.; WANG, Z.; DRACKLEY, J.K. Negative dietary cation-anion difference and amount of calcium in prepartum diets: Effects on milk production, blood calcium and health. **Journal of Dairy Science**. 103, 2020.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. *In*: GONZÁLEZ, F.H.D. **Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 5-17, 2002.

HAMMON, D.S.; EVJEN, I.M.; DHIMAN, T.R.; GOFF, J.P. Neutrophil function and energy status in Holsteins cows with uterine health disorders. **Veterinary Immunology and Immunopathology**. 113, 21-29, 2006.

HOMEROSKY, E.R.; TIMSIT, E.; PAJOR, E.A.; KASTELIC, J.P.; WINDEYER, M.C. Predictors and impacts of colostrum consumption by 4h after birth in newborn beef calves. **The Veterinary Journal**. 228, 1-6, 2017.

JEONG, J.K.; CHOI, I.S.; MOON, S.H.; KANG, H.G.; KIM, I.H. Relationship between serum magnesium concentration during the transition period, peri- and postpartum disorders, and reproductive performance in dairy cows. **Livestock Science**. 213, 1-6, 2018.

LENO, B.M.; RYAN, C.M.; STOKOL, T.; KIRK, D.; ZANZALARI, K.P.; CHAPMAN, J.D.; OVERTON, T.R. Effects of prepartum dietary cation-anion difference on aspects of peripartum mineral and energy metabolism and performance of multiparous Holstein cows. **Journal of Dairy Science**. 100, 4604-4622, 2017.

LING, T.; HERNANDEZ-JOVER, M.; SORDILHO, L.M.; ABUELO, A. Maternal late-gestation metabolic stress is associated with changes in immune and metabolic responses of dairy calves. **Journal of Dairy Science**. 101, 6568-6580, 2018.

LOPEZ A.J.; JONES, C.M.; GEIGER, A.J.; HEINRICHS, J. Comparison of immunoglobulin G absorption in calves fed maternal colostrum, a commercial whey-based colostrum replacer, or supplemented maternal colostrum. **Journal of Dairy Science**. 103, 4838-4845, 2020.

MACFARLANE, J.A.; GROVE-WHITE, D.H.; ROYAL, M.D.; SMITH, R.F. Use of plasma samples to assess passive transfer in calves using refractometry: Comparison with serum and clinical cut-off point. **Veterinary Record**. 174, 303, 2014.

MARQUEZ, A.C.; RADEMACHER, M.A. Indicadores bioquímicos sanguíneos de los desequilibrios energéticos em ganado lechero. *In: Memórias del Seminário Internacional em Reproduction y Metabolismo de la Vaca Lechera*. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Manizales, Columbia, 1999.

MARTINEZ, N.; RISCO, C.A.; LIMA, F.S.; BISINOTTO, R.S.; GRECO, L.F.; RIBEIRO, E.S.; MAUNSELL, F.; GALVÃO, K.; SANTOS, J.E.P. 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**. 95, 7158-7172, 2012.

MCCARTHY, M.M.; MANN, S.; NYDAM, C.V.; OVERTON, T.R.; MCART, J.A.A. Short communication: Concentrations of nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate in dairy cows are not well correlated during the transition period. **Journal of Dairy Science**. 98, 6284-6290, 2015.

MCCRACKEN, M.M.; MORRILL, K.M.; FORDYCE, A.L.; TYLER, H.D. Technical note: Evaluation of digital refractometers to estimate serum immunoglobulin G concentration and passive transfer in Jersey calves. **Journal of Dairy Science**. 100, 8438-8442, 2017.

MOORE, S.J.; VANDEHAAR, M.J.; SHARMA, B.K.; PILBEAM, T.E.; BEEDE, D.K.; BUCHOLTZ, H.F.; LIESMAN, J.S.; HORST, R.L.; GOFF, J.P. Effects of altering dietary cation-anion difference on calcium and energy metabolism in peripartum cows. **Journal of Dairy Science**. 83: 2095-2104, 2000.

OETZEL, G.R.; GOOF, J.P. Milk fever (parturient paresis) in cows, ewes, and doe goats, p.130-134. *In: ANDERSEN, D.E.; RINGS, M. (Eds), Current Veterinary Therapy Food Animal Practice*. 5th ed. W.B. Saunders, St Louis, 2008.

OHTSU, A.; TANAKA, H.; SENO, K.; IWATA, H.; KUWAYAMA, T.; SHIRASUNA, K. Palmitic acid stimulates interleukin-8 via the TLR4/NF-kB/ROS pathway and induces mitochondrial dysfunction in bovine oviduct epithelial cells. **American Journal of Reproductive Immunology**. 77(06), 2017.

OLIVEIRA, L.C.C.; BORCHARDT, S.; HEUWIESER, W.; RAUCH, E.; ERHARD, M.; SUTTER, F. Evaluation of a filter system to harvest plasma for identification of failure of passive transfer in newborn calves. **Journal of Dairy Science**. 102, 1-10, 2018.

RIBEIRO, E.S.; LIMA, F.S.; GRECO, L.F.; BISINOTTO, R.S.; MONTEIRO, A.P.A.; FAVORETO, M.; AYRES, H.; MARSOLA, R.S.; MARTINEZ, N.; THATCHER, W.W.; SANTOS, J.E.P. Prevalence of periparturient diseases and impacts on fertility of seasonally calving grazing dairy cows supplemented with concentrates. **Journal of Dairy Science**. 96, 5682-5697, 2013.

ROCHA, T.G.; NOCITI, R.P.; SAMPAIO, A.A.M.; FAGLIARI, J.J. Passive immunity transfer and serum constituents of crossbred calves. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 32, 515-522, 2012.

RODRIGUEZ-JIMENEZ, S.; HAERR, K.J.; TREVISI, E.; LOOR, J.J.; CARDOSO, F.C.; OSORIO, J.S. Prepartal standing behavior as a parameter for early detection of postpartal subclinical ketosis associated with inflammation and liver function biomarkers in peripartal dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 101, 8224-8235, 2018.

SCHWEGLER, E.; SCHNEIDER, A.; MONTAGNER, P.; ACOSTA, D.A.V.; PFEIFER, L.F.M.; SCHMITT, E.; RABASSA, V.R.; DEL PINO, F.A.B.; GONZALEZ, H.L.; TIMM, C.D.; CORRÊA, M.N. Predictive value of prepartum serum metabolites for incidence of clinical and subclinical mastitis in grazing primiparous Holstein cows. **Tropical Animal Health and Production**. 45, 1549-1555, 2013.

SHEEHY, M.R.; FAHEY, A.G.; AUNGIER, S.P.M.; CARTER, F.; CROWE, M.A.; MULLIGAN, F.J. A comparison of serum metabolic and production profiles of dairy cows that maintained or lost body condition 15 days before calving. **Journal of Dairy Science**. 100, 536-547, 2016.

SILVA-DEL-RIO, N.; ROLLE, D.; GARCIA-MUÑOZ, A.; RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ, S.; VALLDECABRES, A.; LAGO, A.; PANDEY, P. Colostrum immunoglobulin G concentration of multiparous Jersey cows at first and second milking is associated with parity, colostrum yield, and time of first milking, and can be estimated with Brix refractometry. **Journal of Dairy Science**. 100, 5774-5781, 2017.

SORDILHO, L.M.; RAPHAEL, W. Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**. 29, 267-278, 2013.

VAGNONI, D.B.; OETZEL, G.R. Effects of dietary-cation anion difference on the acid-base status of dry cows. **Journal of Dairy Science**. 81, 1643-1652, 1998.

VAN HOECK, V.; LEROY, J.L.M.R.; ALVAREZ, M.A.; RIZOS, D.; GUTIERREZ-ADAN, A.; SCHNORBUSCH, K.; BOLS, P.E.J.; LEESE, H.J.; STURMEY, R.G. Oocyte developmental failure in response to elevated nonesterified fatty acid concentrations: mechanistic insights. **Society for Reproduction and Fertility**. 145, 33-44, 2013.

VAN HOECK, V.; RIZOS, D.; GUTIERREZ-ADAN, A.; PINTELON, I.; JORSSSEN, E.; DUFORT, I.; SIRARD, M.A.; VERLAET, A.; HERMANS, N.; OLS, P.E.; LEROY, J.L. Interaction between differential gene expression. Profile and phenotype in bovine blastocysts originating from oocytes exposed to elevated non-esterified fatty acid concentrations. **Reproduction, Fertility, and Development**. 27(2), 372-384, 2015.

WILDMAN, E.E.; JONES, G.M.; WAGNER, P.E.; BOMAN, R.L.; TROUTT, H.F.; LESCH, T.N. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**. 65, 495-501, 1982.

WILHELM, A.L.; MAQUIVAR, M.G.; BAS, S.; BRICK, T.A.; WEISS, W.P.; BOTHE, H.; VELEZ, J.S.; SCHUENEMANN, G.M. Effect of serum calcium status at calving on survival, health, and performance of postpartum Holstein cows and calves under certified organic management. **Journal of Dairy Science**. 100, 3059–3067, 2016.

YANG, M.; ZOU, Y.; WU, Z.H.; LI, S.L.; CAO, Z.J. Colostrum quality affects immune system establishment and intestinal development of neonatal calves. **Journal of Dairy Science**. 98, 1-11, 2015.

ANEXOS



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
 Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Araquari

**COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO INSTITUTO FEDERAL
 CATARINENSE, CÂMPUS ARAQUARI**

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado “Concentração sanguínea de minerais e proteínas de fase aguda em vacas leiteiras pré-parto e sua influência na saúde do neonato” de protocolo número “295/2019” sob a responsabilidade de “Elizabeth Schwegler” que envolve a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de Pesquisa encontra-se de acordo com os preceitos da Lei no 11.794 de 08 de Outubro de 2008, do Decreto 6.899 de 15 de Julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais IFC-Araquari em reunião de “09/05/2019”.

Vigência do projeto:	01/07/19 e 15/12/20
Espécie/Linhagem:	Bovino / Holandesa
Nº de Animais:	80
Peso/Idade:	40 bezerras: ≥ 40kg e 40 vacas (24 meses ou +): ≥ 550kg
Sexo:	Fêmeas
Origem:	Fazenda particular

Prof ROBERT LENOCH

Robert Lenocho
 Médico Veterinário (CRMV/SC 0919)
 Vice-coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais do IFC - Campus Araquari
 Portaria nº 247/2018/Reitoria

