



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Programa de Pós-graduação em Saúde Animal

Transferência de imunidade passiva em bezerros da raça Girolando

Muriel de Oliveira Guedes

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM SAÚDE ANIMAL

Brasília
Agosto/2023



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Programa de Pós-graduação em Saúde Animal

Transferência de imunidade passiva em bezerros da raça Girolando

Muriel de Oliveira Guedes

Orientador: José Renato Junqueira Borges

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM SAÚDE ANIMAL
PUBLICAÇÃO Nº

BRASÍLIA/DF
Agosto/ 2023

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE PASSIVA EM
BEZERROS DA RAÇA GIROLANDO**

MURIEL DE OLIVEIRA GUEDES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
SUBMETIDA AO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE
ANIMAL, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS À
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM SAÚDE ANIMAL

APROVADO POR:

José Renato Junqueira Borges, Prof. Dr (Unb)
(ORIENTADOR)

Antônio Raphael Teixeira Neto, Prof. Dr (Unb)
(EXAMINADOR INTERNO)

Viviani Gomes, Prof.^a Dr^a (USP)
(EXAMINADOR EXTERNO)

BRASÍLIA/DF, AGOSTO DE 2023

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

Guedes, M. O. Transferência de imunidade passiva em bezerros da raça Girolanda. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2023 72 p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Dedicatória

Aos meus pais, Juraci e Neuzely, aos meus irmão Andrei e Laísa, ao meu marido Henrique e minha filha Elis, que são origem da minha dedicada busca de ser uma veterinária extensionista rural melhor a cada dia.

Á todas as mulheres cientistas e mulheres cientistas negras, a vitória de cada uma de nós nessa caminhada acadêmica é também uma vitória coletiva. Ubuntu.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. José Renato Junqueira Borges, pela confiança, paciência e orientação. Obrigado pela oportunidade de ser sua aluna novamente e poder aprender tanto sobre a bovinocultura de leite.

Ao Prof. Dr. Fabiano José Ferreira de Sant'Ana e Laboratório de patologia Veterinária da UNB, pela disponibilidade e apoio nos exames de necropsia.

À Profª Drª Ana Lourdes Arrais de Alencar Mota, pela atenção, disponibilidade, paciência, ensinamentos que me estimularam a melhorar meu entendimento da bioestatística.

À Profª Drª Gieane Regina Paludo pelo apoio no processamento laboratorial das amostras no Laboratório de Patologia Clínica veterinária da UNB.

À colega médica veterinária Tayná Cardim, pela atenção, paciência e companheirismo por dias no laboratório.

Ao médico veterinário George Henrique Lima Martins, à técnica agropecuária Rosangela Monteiro, à zootecnista Giovana Lavall e todos os colaboradores das propriedades que permitiram e apoiaram a execução do experimento por todos os meses de pesquisa.

À bióloga e amiga Gabriela Zaiden, pelos ensinamentos de pesquisa e escrita científica.

À bibliotecária e amiga Fernanda Maciel, pelo apoio e carinho nessa nova etapa da minha vida e também por toda a orientação nos ajustes de normalização.

À Empresa de Assistência técnica e extensão rural do Distrito Federal (Emater- DF), pela flexibilização dos horários de trabalho, permitindo sua conciliação com o cumprimento das atividades acadêmicas.

À toda equipe do escritório Emater Taquara, pelo apoio e incentivo.

À toda minha família pelo apoio incondicional e pensamentos positivos.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	VI
SUMÁRIO	VII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	VIII
LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	X
CAPÍTULO I	11
REFERENCIAL TEÓRICO	11
<i>Introdução.....</i>	<i>11</i>
<i>Fisiologia da gestação e produção colostro em bovinos.....</i>	<i>13</i>
<i>Fisiologia da absorção de colostro.....</i>	<i>16</i>
<i>Qualidade do colostro.....</i>	<i>17</i>
<i>Transferência de imunidade passiva.....</i>	<i>19</i>
<i>Falha na transferência de imunidade passiva.....</i>	<i>25</i>
<i>Avaliação da qualidade do colostro.....</i>	<i>27</i>
<i>Avaliação da transferência de imunidade passiva.....</i>	<i>30</i>
<i>Saúde dos bezerros</i>	<i>32</i>
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
OBJETIVOS.....	43
OBJETIVOS GERAIS.....	43
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	43
CAPITULO II	44
TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE PASSIVA EM BEZERROS DA RAÇA GIROLANDO.....	44
<i>Resumo</i>	<i>44</i>
PASSIVE IMMUNE TRANSFER IN GIROLANDO CALVES	46
<i>Abstract.....</i>	<i>46</i>
<i>Introdução.....</i>	<i>48</i>
<i>Materiais e métodos.....</i>	<i>50</i>
<i>Resultados.....</i>	<i>55</i>
<i>Discussão</i>	<i>62</i>
<i>Conclusão.....</i>	<i>69</i>
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ig: Imunoglobulina

IgG: Imunoglobulina G

IgM: Imunoglobulina M

IgA: ImunoglobulinaA

IL: Interleucinas

TNF: Fatores de Necrose Tumoral

INF: Interferons

RID: Imunodifusão radial

TIA: Imunoensaio turbidimétrico

TIP: Transferência de imunidade passiva

FTIP: Falha na transferência de imunidade passiva

STIP: Sucesso na transferência imunidade passiva

GGT: Gamaglutamiltransferase

PT: proteína sérica total

FcRn: receptor fragmento cristalizável neonatal

TPB: Tristeza Parasitária Bovina

GMD: ganho médio diário

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química do colostro e leite em relação ao tempo após o parto.	14
Tabela 2. Resultados da eficiência da colostragem realizada em bezerras neonatos em até 48h.....	20
Tabela 3. Classificação da qualidade microbiológica do colostro quanto a contagem padrão em placa (CPP) e coliformes no colostro fornecido às bezerras, tendo como metas de unidades formadoras de colônias (UFC) os seguintes parâmetros.	27
Tabela 4. Valores para monitoramento da eficiência de transferência de imunidade passiva das bezerras.	32
Tabela 5- Formulação de concentrado fornecido ao grupo de os animais consumiram 10% do peso vivo em volume de colostro.....	52
Tabela 6. Frequência e percentuais em relação a valores de referência para avaliação de imunidade passiva de acordo com Azevedo <i>et al.</i> (2020). Adaptado de Lombard <i>et al.</i> (2020).....	57
Tabela 7. Medias de média de ganho médio diário de peso (GMD) e desvio padrão de (GMD) de acordo com classificação de TIP.	58
Tabela 8. Médias e intervalos de confiança de 95% das três medições de proteínas séricas totais em cada um dos estabelecimentos.	59
Tabela 9. Medias de peso ao nascimento e ao desmama, média de ganho médio diário de peso (GMD) e desvio padrão de (GMD)	61
Tabela 10. Relação de óbitos de acordo com as categorias de transferência de imunidade passiva.	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Refratômetro de Brix e leitura para avaliação do colostro (acervo pessoal).....	29
Figura 2- Colostrômetro (acervo pessoal).....	30

CAPÍTULO I

REFERENCIAL TEÓRICO

Introdução

A bovinocultura leiteira no Brasil, desde a colonização, apresenta grande importância econômica e social (Matte Júnior; Jung, 2017). Segundo o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2022), o Brasil ocupa atualmente o posto de terceiro maior produtor mundial de leite. Com a produção de mais de 34 bilhões de litros de leite/ano provenientes de 98% dos municípios brasileiros, foi gerado aproximadamente cerca de 4 milhões de empregos formais e informais. Segundo a Secretaria de Política Agrícola (BRASIL, 2022), a estimativa é que até 2030 permanecerão os produtores que se adequarem à nova realidade de eficiência, baseadas na adoção de tecnologia de gestão e sanidade.

Entre o período de 1997 a 2018, a região centro-oeste aumentou em 51% sua produtividade leiteira (Rocha; Carvalho; Resende, 2020). Atualmente, o Distrito Federal (DF) possui 1421 produtores de leite, com uma produção diária de 87,4 mil litros, totalizando 34,9 milhões de litros de leite/ano, aproximadamente 10% da produção do Centro- Oeste (EMATER-DF, 2021, Oliveira *et al.* 2022). O Valor Bruto da Produção (VBP) da cadeia leiteira ultrapassou os R\$92,2 milhões, 6,6% do VPB pecuário do DF (EMATER-DF, 2022).

Apesar da alta produtividade apresentada, a atividade leiteira é economicamente dispendiosa. Dentre as atividades da fazenda de leite, a criação de fêmeas bovinas deve ser considerada como uma das principais, pois o melhoramento genético do rebanho depende da substituição de vacas velhas por animais jovens e com alto potencial produtivo, os quais serão responsáveis pelo fornecimento de leite (Santos; Lopes, 2014). Conforme Gomes *et al.* (2017) e Reis *et al.* (2018), os custos mais onerosos para a produção de fêmeas bovinas de reposição na fase de cria são a alimentação, sêmen e a mão-de-obra,

representando de 15 a 20% do custo total da produção. Desta forma, o manejo da sanidade e da nutrição destes animais são fatores que influenciam diretamente na produção futura da propriedade (Heinrichs; Heinrichs, 2011).

Considerando que os bezerros recém-nascidos são agamaglobulinemicos devido a placenta sinepiteliocorial cotiledonária que impede a transferência de imunoglobulinas da mãe para o feto, a transferência de imunidade passiva pelo colostro essencial para a sobrevivência e saúde das bezerras (Matte *et al.*, 1982, Silper *et al.*, 2012). Nesse sentido, a colostragem eficiente das bezerras é o fator determinante para o sucesso ou falha na transferência de imunidade passiva dos bezerros, sendo fundamental para a produção de futuras vacas de leite.

A falha na transferência de imunidade passiva está diretamente relacionada ao aumento das taxas de mortalidade e morbidade de doenças em geral, baixo ganho de peso, redução da longevidade e saúde das bezerras. Conforme Lopez e Heinrichs (2022), há uma elevada variação nas taxas de mortalidade em bezerras pré-desmame entre estados e países. Segundo o último relatório publicado em 2020 pela Dairy Calf and Heifer Association (DCHA), a taxa de mortalidade ideal para animais de 0 a 60 dias seria até 3% e até 2% para bezerros de 60 a 120 dias. Considerando essas porcentagens, é evidente o desafio enfrentado pelos produtores brasileiros, que segundo Fruscalso *et al.* (2020) relatam uma taxa de mortalidade desde o bezerro recém-nascido até o pré-desmame (0 a 90 dias) de 8,5%.

Uma opção para superação das altas taxas de mortalidade das bezerras é o manejo correto da colostragem logo após o nascimento, em até no máximo seis horas pós-parto). Esse procedimento garante o aumento da sobrevivência das bezerras, diminuindo assim a taxa de mortalidade. Além disso, melhora o estado de sanidade do animal, uma vez que irá qualificar o sistema imunológico, conseqüentemente, aumenta a produtividade das futuras matrizes, diminuindo assim os prejuízos em ordem tanto de produção como de perda do animal (Godden; Lombard; Woolums, 2019)

Fisiologia da gestação e produção colostro em bovinos

Os mamíferos são em sua maioria vivíparos, por apresentarem desenvolvimento embrionário intrauterino, denominado gestação. Em bovinos a gestação tem duração média de 280 dias (Jainudeen; Hafez, 2004). No início da gestação dos bovinos, não há contato entre o embrião e o útero. Sendo assim a mãe produz grandes quantidades de secreções glandulares, histotróficas, com que banham de nutrientes os conceptos (Ostrup; Hyttel; Ostrup, 2011). Somente após aproximadamente 22 dias se inicia o processo de placentação (Da Silva, 2022).

A placenta é a justaposição ou fusão de tecidos embrionários fetais com o endométrio que permite trocas fisiológicas entre mãe e feto e difere em muitos aspectos entre os mamíferos, tendo como característica ser única passagem de nutrientes do organismo materno via placentária (Jainudeen; Hafez, 2004). Nos ruminantes a placenta é composta pela junção da projeção epitélio uterino denominado carúnculas que se unem às vilosidades fetais, denominadas cotilédones que juntos formam os placentomas. Essas estruturas podem variar em tamanho e número de acordo com a espécie de ruminante. O número de placentomas em bovinos varia de 100 a 150 (Wooding; Morgan; Adam, 1997)

Devido à placentação não invasiva em animais de produção, os conceptos são vistos como não próprios (alogênicos) pelo sistema imunológico materno. Portanto, a modulação do sistema imunológico materno é fundamental para desenvolvimento bem-sucedido do feto (Ostrup; Hyttel; Ostrup, 2011). Diferentes mecanismos imunossupressores atuam na interface materno-fetal para realizar a manutenção da gestação (Tizard, 2014).

A placenta de ruminantes é classificada como sinepiteliocorial, o que significa que o epitélio uterino é modificado pela invasão e fusão de células binucleadas derivadas do trofoblasto. Essa invasão é, no entanto, bastante superficial, sendo composta por seis membranas teciduais (endotélio materno, tecido conjuntivo materno, epitélio materno, trofoblasto, tecido conjuntivo embrionário e endotélio fetal) que estabelecem limites entre a circulação materna e fetal, impedindo a transmissão vertical de patógenos, mas também a passagem de anticorpos do sistema circulatório materno para o fetal (Chucrí *et al.*, 2010, Ostrup; Hyttel; Ostrup, 2011, Wooding, 1992;).

Os bezerros são classificados com hipogamaglobulinêmicos ou agamaglobulinêmicos devido ao tipo de placenta e incapacidade do sistema imunológico do ruminante recém-nascido de responder a estímulos antigênicos no momento do nascimento. Sendo, portanto, dependentes do consumo e absorção de colostro para aquisição de imunidade passiva (Chucrí *et al.*, 2010, Ostrup; Hyttel; Ostrup, 2011).

O colostro bovino consiste em uma solução de secreções lácteas e constituintes do soro sanguíneo, composto por: imunoglobulina (Ig), vitaminas, carboidratos, proteínas, oligossacarídeos, leucócitos, fatores de crescimento, hormônios, fatores antimicrobianos, citocinas e outras proteínas séricas, que se acumulam na glândula mamária durante o período seco pré-parto. A colostrogênese é o processo de produção do colostro e se inicia várias semanas antes do parto, sob a influência da prolactina e cessa totalmente no parto. (Foley; Otterby, 1978; Godden; Lombard; Woolums, 2019).

O colostro modifica sua composição a cada hora após o parto, diminuindo seu valor biológico e nutricional como mostra a tabela 1 (Mokhber-dezfooli *et al.* 2012, Puppel *et al.*, 2019). O tempo é um elemento crítico para a colostragem, justificando a necessidade do fornecimento de colostro imediatamente após o parto, uma vez que a concentração de IgG colostrálica diminui em 3,7% a cada hora (Morin *et al.*, 2010; Puppel *et al.*, 2019). Ingerir o colostro precocemente com alta qualidade e quantidade adequada é essencial para a imunidade de bezerros neonatos, influenciando positivamente na imunidade e saúde (Godden; Lombard; Woolums, 2019).

Tabela 1. Composição química do colostro e leite em relação ao tempo após o parto.

	Horas após o parto	Proteína (g/dL)	Caseína (g/dL)	Albumina, gordura, globulinas (g/dL)	Lactose (g/dL)
Colostro	0	16,8	4,2	12,7	2,9
	6	11,7	3,5	8,0	3,5
	12	6,3	3,1	3,2	3,9
	24	5,5	2,9	2,6	4,1
	48	4,8	2,8	2,0	4,2
	12	3,6	2,7	0,9	4,5
Leite	-	3,2	2,6	0,6	4,6

Adaptado de Puppel *et al.* (2019).

A transferência da imunidade passiva é uma das principais funções do colostro, que é rico em componentes imunológicos como imunoglobulinas (Ig), leucócitos e citocinas. As imunoglobulinas predominantes no colostro bovino são imunoglobulina G (IgG), imunoglobulina M (IgM) e imunoglobulina A (IgA). Os macrófagos e os linfócitos constituem predominantemente os leucócitos colostrais e as citocinas, são os principais responsáveis pela modulação do sistema imunológico e incluem por exemplo as interleucinas (IL), fatores de necrose tumoral (TNF) e interferons (INF) (Ganz *et al.*,2018).

A transferência de imunoglobulinas da corrente sanguínea da vaca para o colostro ocorre via transporte intracelular, e é facilitada por receptores epiteliais que transferem o IgG do sangue para a glândula mamária (Larson; Heary; Devery. 1980). Essa classe é a principal imunoglobulina transferida via colostro (85-90%), sendo que esse processo de transporte se inicia cinco semanas antes do parto com predominância do IgG1, representando 80 a 90% da IgG total (Lopez; Heinrichs, 2022).

Durante a colostrogênese, até 500 gramas/semana de IgG são transferidos para secreções mamárias (Barrington; Parish, 2001). Menores quantidades de IgA e IgM são, em grande parte, derivadas da síntese local por plasmócitos na glândula mamária (Godden; Lombard; Woolums, 2019). Considera-se que o colostro seja de boa qualidade para fornecer aos bezerros quando a concentração de IgG é maior ou igual a 50 g/L (McGuirk; Collins, 2004).

O colostro bovino tem contagem de células brancas significativamente maior do que o leite, com cerca de 1×10^6 a $2,5 \times 10^6$ células/mL, das quais 30% são viáveis (Godden *et al.*, 2012, Gomes *et al.*, 2017). Os macrófagos constituem a porção majoritária de leucócitos ($69 \pm 15\%$) no colostro, que também contém células T (16%) e células B (11%) (Novo *et al.*, 2017a, Ganz *et al.*,2018).

Os fatores de crescimento apresentam concentrações maiores durante as primeiras horas do pós-parto, possuindo uma correlação inversamente proporcional com o tempo pós-parto, IGF- 1 e IGF-2 tem, respectivamente, concentração de 50 a 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ e 200 a 600 $\mu\text{g mL}^{-1}$ no colostro, enquanto verifica-se uma quantidade menor que 10 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de ambos no leite maduro (Elfstrand *et al.*, 2002, McGrath *et al.*, 2016).

As citocinas são componentes imunológicos compostos por proteínas, peptídeos ou glicoproteínas como interleucinas (IL), fatores de necrose tumoral (TNF) e interferons (INF) e são responsáveis pela modulação do sistema imunológico (McGrath *et al.*, 2016, Ganz *et al.*,2018).

Fisiologia da absorção de colostro

A absorção dos componentes imunológicos de colostro em bezerros ocorre no intestino, mas é necessária uma preparação no abomaso para que essa absorção ocorra de forma ideal. Nesse compartimento ocorre a formação do coágulo de colostro com a separação dos componentes lipídicos e caseínas do colostro enquanto os componentes proteicos, lactose e minerais formam o soro (Miyazaki, Okada, Miyazaki, 2017). Segundo Gregory (2003), a baixa formação do coágulo de colostro pode comprometer a capacidade de absorver grandes proteínas do soro da primeira alimentação do colostro nos bezerros devido a maior rapidez no esvaziamento do abomaso para o intestino.

A absorção das imunoglobulinas ocorre com maior frequência no epitélio do intestino delgado distal que é composto por células vacuolizadas que através de pinocitose não seletiva englobam as imunoglobulinas. Então os vacúolos são liberados no sistema linfático do recém-nascido via exocitose e de lá entram na corrente sanguínea (Bessi *et al.*, 2002; Ganz *et al.*,2018). Também é descrito outra via de absorção das imunoglobulinas através do receptor fragmento cristalizável neonatal (FcRn), nessa via o FcRn, localizado na membrana da borda em escova dos enterócitos, se ligam as IgG1 colostrais, realizando a transcitose do complexo FcRn-IgG para os tecidos linfoides e seguidamente para a corrente sanguínea (Guerra *et al.*, 2017; Ganz *et al.*,2018).

Os leucócitos colostrais atravessam a barreira intestinal dos bezerros, penetrando no epitélio associado aos folículos das placas de Peyer do jejuno e do íleo. Em seguida entram para corrente sanguínea migrando para tecidos linfoides como os linfonodos mesentéricos e baço e também para tecidos não linfoides (Liebler-Tenorio; Riedel-Caspari; Pohlenz, 2002; Tizard, 2014, Gonzalez; Dus Santos, 2017).

O pico de absorção dos componentes imunológicos do colostro ocorre cerca de 6 horas após o nascimento do bezerro e o “fechamento do tubo digestivo” ocorre cerca de 24 a 36 horas após o nascimento do bezerro, quando o epitélio intestinal imaturo é substituído por células epiteliais maduras, fazendo com que a absorção dos componentes imunológicos do colostro caia consideravelmente (Guerra *et al.*, 2017, Gonzalez; Dus Santos, 2017; Chase; Perreño, 2022).

Segundo Tizard (2014), um pequeno atraso na colostragem pode levar a um leve retardo no fechamento do tubo digestivo, sendo que a ingesta de colostro acelera esse fechamento. Osaka; Matsui e Terada (2014) corrobora quando relata que a eficiência aparente de absorção reduziu menos de 0,3%/h desde o nascimento até 12h após o parto, passando a diminuir mais rapidamente em 2,5%/h até pelo menos 18 horas após o nascimento.

Qualidade do colostro

A composição e as propriedades físicas do colostro variam conforme o indivíduo, a raça, o número de partos, a nutrição pré-parto, o número de ordenhas após o parto, a duração do período seco das vacas, fotoperíodo, sazonalidade, imunização das mães no pré-parto, grau de dificuldade no parto, sexo do bezerro e se o bezerro nasceu vivo ou natimorto (Conneely *et al.*, 2013; McGrath *et al.*, 2016). Vacas das raças Holandesa e Jersey apresentaram maiores concentrações de imunoglobulina do colostro enquanto vacas Pardos suíço e Ayrshire (Morin *et al.*, 2001), por exemplo. Gomes *et al.* (2011) relata que vacas com mais de quatro partos apresentaram maiores concentrações de imunoglobulinas no colostro quando comparadas com vacas de um a três partos e as concentrações de imunoglobulina no colostro da primeira ordenha foram maiores quando comparadas à segunda ordenha.

As concentrações de imunoglobulinas no colostro de vacas holandesas também são influenciadas pelo número de ordenhas após o parto, apresentando queda do volume de Igs entre a primeira e segunda ordenha pós-parto (Gomes *et al.*, 2011). Dunn *et al.* (2017) relatam uma redução de 56% na concentração de colostro ou IgG no leite entre a primeira e terceira ordenha pós-parto.

A duração do período seco também interfere na qualidade do colostro, sendo a concentração de Ig diretamente proporcional à sua duração (Godden, Lombard, Woolums, 2019). Mayasari *et al.* (2015) observou em diferentes intervalos de período seco (0,30 e 60 dias) que os animais com 0 dia de período seco apresentaram colostro com menor concentração de IgG e IgM em relação aos animais com 30 ou 60 dias. Outro estudo realizado por Shoshani; Rozen e Doekes, (2014) observou que as concentrações de IgG foram semelhantes para vacas com 40 e 60 dias de período seco.

A alta temperatura também foi relacionada à diminuição da concentração de proteína colostrada e IgG, como demonstra o trabalho de Nardone *et al.* (1997), que realizou avaliação experimental de um pequeno número de vacas primíparas da raça holandesa, que possui genética conhecidamente adaptada a climas mais frios. Os autores sugeriram que a qualidade do colostro variou nos animais submetidos à temperatura ambiente de 18 e 31,5°C, observando menor conteúdo de IgG colostrada nos animais do grupo sob temperatura de 31,5°C. Dessa forma, observou que o estresse térmico pode dificultar transferência de IgG da corrente sanguínea para o úbere.

Pesquisadores norte-americanos acompanharam um rebanho leiteiro de Jersey no Texas com cerca de 2.500 vacas em lactação em um estudo de coorte de maio de 2016 a julho de 2017 e observaram que a produção de colostro foi mais alta em junho, porém diminuiu durante o outono e o inverno em função das baixas temperaturas. Houve redução maior da produção de colostro em pluríparas do que em primíparas (Gavin *et al.*, 2018).

Diversos autores relatam que a dieta pré-parto, pode não influenciar na qualidade do colostro, notando que esta é, na verdade influenciada pela paridade, duração do período seco das vacas e sazonalidade. A alimentação no pré-parto, no entanto, influenciou a quantidade de colostro produzido ao nascimento e nas primeiras oito ordenhas pós-parto (Dunn *et al.*, 2017.; Borchardt *et al.*, 2022).

A imunização de vacas pré-parto estimula a produção de anticorpos maternos que são mobilizados para a glândula mamária e conseqüentemente poderão ser transferidos para o neonato via colostro (Heinrichs; Jones, 2003). Baccili *et al.* (2018) relata a necessidade da vacinação no pré-parto ao afirmar

que a exposição das vacas aos agentes respiratórios por vacinação ou por infecção natural é fundamental para a transferência de imunidade passiva aos recém-nascidos. Em estudo realizado por Silva *et al.* (2018), bezerros apresentaram volumes de anticorpos consideráveis após as mães serem vacinadas no pré-parto contra o vírus Diarreia Viral Bovina, Herpesvírus Bovino tipo 1 e 3.

A concentração de imunoglobulinas, principalmente IgG, é historicamente um fator determinante na avaliação da qualidade do colostro. Recomenda-se que a concentração de imunoglobulinas seja superior a 50g/L para que o colostro seja considerado de alta qualidade e que um mínimo de 150 a 200 g de IgG seja consumido pelo bezerro logo após o nascimento (Godden, Lombard, Woolums, 2019, Lopez, Heirichs, 2022).

Transferência de imunidade passiva

O sistema imune do bezerro, assim como na maioria dos mamíferos de gestações longas, está totalmente desenvolvido no momento do nascimento, porém, ainda se encontra imaturo. Para que ocorra a maturação total, é necessária a estimulação antigênica, a qual ocorrerá somente dentro de cinco a oito meses após o nascimento (Cortese, 2009). Conseqüentemente, os bezerros são mais vulneráveis a infecções nas primeiras semanas de vida, principalmente até a quarta semana (Cortese, 2009; Tizard, 2014).

A complementação do sistema imunológico do bezerro até sua maturação depende inicialmente da transferência de imunidade passiva (TIP), que ocorre através do consumo e da absorção intestinal do colostro rico em imunoglobulinas e outras células de defesa, sendo a principal proteção imunológica após o nascimento (Tizard, 2014). As imunoglobulinas encontradas no colostro são IgG, IgM e IgA, nos respectivos percentuais de 85 a 95%; 7% e 5%, sendo a proporção de IgG1:IgG2 de 7:1 (Godden, Lombard, Woolums, 2019).

Os anticorpos da TIP possuem diferentes atividades desde o nascimento e ao longo da vida do animal. As principais atividades das IgGs são a opsonização bacteriana e em seguida a inativação de patógenos a partir da sua ligação às membranas dos mesmos. O IgM é o principal anticorpo aglutinante,

atuando na identificação e destruição de bactérias presentes na corrente sanguínea do bezerro. Adicionalmente, este anticorpo foi identificado como a primeira imunoglobulina a aparecer na superfície dos linfócitos B. A função do IgA é proteger as membranas mucosas do bezerro a partir da fixação e inativação dos patógenos na entrada do intestino (Lopez; Heinrichs, 2022).

Os leucócitos presentes no colostro que fazem parte da TIP são os macrófagos, os linfócitos T e B e os neutrófilos. Estas células penetram pelas placas de Peyer e se alojam nos linfonodos mesentéricos, onde estimulam a resposta imune mediada por células (Tizard, 2014; Godden, Lombard, Woolums, 2019). Em um estudo realizado por Donovan *et al.* (2007), bezerros recebendo colostro com leucócitos maternos apresentaram melhor resposta contra o vírus da BVD quando comparados com bezerros que não receberam colostro com componentes celulares, corroborando com a função imune dessas células via colostro materno.

A TIP depende da absorção dos componentes imunológicos do colostro, que ocorre no epitélio intestinal do neonato por meio de pinocitose não seletiva. Assim que o trato intestinal é estimulado, a capacidade da absorção dos componentes imunológicos começa a regredir e com 24-36 horas, ocorre o chamado “fechamento do tubo digestivo”, referindo-se à capacidade dos enterócitos de absorver macromoléculas (Barrington; Parish, 2001, Godden, Lombard, Woolums, 2019, Chase; Perreño, 2022). A partir desse momento, o neonato tem sua primeira barreira imunológica completa. Cortese (2009) relata que até 6 horas após o nascimento, resta aproximadamente 50% da capacidade de absorção; em 8 horas 33%; e em 24 horas, nenhuma absorção é normalmente observada. Diversos trabalhos apresentam resultados que reiteram a necessidade de realizar a colostragem no máximo nas primeiras seis horas de vida (Tabela 2). Após este período, a eficiência aparente máxima de absorção de IgG diminui, justificando essa temporalidade.

Tabela 2. Resultados da eficiência da colostragem realizada em bezerros neonatos em até 48h.

Autores e data	Objetivo	Principais resultados	Conclusão
Matte et al.	Avaliar a absorção de IgG em animais	Maior volume de IgG plasmático nos	- Inferiu que a absorção de IgG

(1982)	colostrados 6, 12, 24, 36 ou 48 horas após o nascimento.	animais colostrados nos tempos 6 (65 %) e 12h em comparação com os 36 e 48(6%), os de 24h ficaram com valores intermediários.	diminuiu linearmente de 6 a 48h após o nascimento
Morin; McCoy; Hurley. (1997)	Determinar os efeitos da quantidade de colostro de baixo Ig fornecido e o tempo de administração na absorção de IgG1, determinar se a adição de um suplemento de colostro seco ao colostro de baixo Ig resultou no aumento da concentração sérica de IgG e comparar as concentrações séricas de IgG1 quando diferentes quantidades de colostro com altas e baixas concentrações de Ig foram fornecidas durante as primeiras 12 horas após o nascimento.	<p>Bezerros alimentados com colostro com baixo teor de Ig as apresentaram diferenças na concentração sérica de IgG1 que foram associadas ao volume de colostro fornecido e ao momento da administração.</p> <p>A adição de colostro pó em colostro de baixa concentração de Ig não apresentou alteração significativa nas concentrações séricas de IgG1 quando comparado com o de bezerros alimentados apenas com o colostro com baixo teor de Ig.</p> <p>Bezerros alimentados com colostro alto Ig (grupo 3-2) tiveram maiores concentrações séricas de IgG1 do que bezerros alimentados com colostro baixo Ig (grupo 3 -1) em todos os tempos de amostragem além de 4 h.</p>	<p>- Um grande volume (4 L) de colostro com baixo teor de Ig fornecido dentro de 3 h após o nascimento não aumentou de forma significativa as concentrações séricas de IgG1 em 24 ou 48 h em relação aos bezerros alimentados com um volume menor (2L) de colostro.</p> <p>- A adição de um suplemento de colostro seco ao colostro com baixo teor de Ig reduziu a eficiência de absorção de IgG1 e não aumentou as concentrações séricas de IgG1, mesmo quando o suplemento fornecia uma quantidade relativamente grande (84 g) de IgG1.</p> <p>- Quando volumes fixos de colostro foram fornecidos a bezerros leiteiros neonatos, maiores concentrações séricas de IgG1 foram alcançadas com colostro com</p>

alto teor de Ig do que com colostro com baixo teor de Ig.

Osaka; Matsui; Terada (2014)	Definir a melhor relação entre a idade do bezerro na alimentação com colostro, ingestão voluntária de colostro e aparente eficiência de absorção de IgG.	A eficiência aparente de absorção média do grupo D foi menor de forma significativa do que a do grupo A ou B.	- Concluiu que a falha na transferência de imunidade passiva em bezerros neonatos podem ser evitada se os bezerros consumirem 3 L de colostro com concentração de IgG >40 mg/mL dentro de 6h após o nascimento.
	<p>Grupos</p> <p>A = colostro alimentado em 1 h</p> <p>B = colostro fornecido entre 1 e 6 h</p> <p>C = colostro fornecido entre 6 e 12 h</p> <p>D = colostro fornecido entre 12 e 18 h após o nascimento</p>	À medida que a ingestão de IgG aumentou, as concentrações séricas de IgG também aumentaram em todos os grupos. No entanto, a inclinação da regressão diminuiu com o aumento da idade na alimentação com colostro, consistente com o declínio da eficiência de absorção aparente.	
Fischer et al. (2018)	Investigar o efeito do tempo da primeira alimentação com colostro na transferência passiva de IgG e na colonização bacteriana no intestino de bezerros	Atrasar a alimentação com colostro em 6 h) diminuiu a eficiência aparente máxima de absorção de IgG em comparação com a alimentação com colostro	- Atrasar a alimentação do colostro dentro de 12 horas de vida diminui a transferência passiva de IgG e pode atrasar a colonização de

leiteiros neonatos.	imediatamente após o nascimento. Os bezerros de 12 horas tendem a ter uma menor prevalência de <i>Bifidobacterium spp.</i> e <i>Lactobacillus spp.</i> associados à mucosa do cólon em comparação com bezerros 0-. Além disso, bezerros de 6h tiveram menor prevalência de <i>E. coli</i> total associada à mucosa do íleo em comparação com bezerros de 0h.	bactérias no intestino, possivelmente deixando o bezerro vulnerável a infecções durante o período de pré-desmame
---------------------	--	--

As imunoglobulinas colostrais têm meia-vida curta no sistema do bezerro neonato, sendo IgM e IgA com meia vida de três a quatro dias e IgG com meia vida de 21 a 28 dias. Por isso, suas funções protetoras nos bezerros são de curto prazo. Enquanto a produção endógena das imunoglobulinas se inicia a partir de quatro dias de vida do neonato (Barrington; Parish, 2001; Robbers *et al.*, 2021). Assim que as concentrações de IgG1 colostrais circulantes atinge níveis suficientemente elevados nos neonatos, elas são transferidas para o lúmen intestinal com a função de proteger contra patógenos entéricos (Chase; Perreño, 2022).

Os leucócitos colostrais atingem níveis máximos na circulação do neonato 24 horas após o nascimento, com concentrações semelhantes ao sangue periférico (Chase; Hurley; Reber, 2008). Em seguida, penetram as barreiras intestinais migram para os linfonodos periféricos e promovem o desenvolvimento dos linfonodos dos bezerros (Chase; Perreño, 2022). Gomes *et al.* (2014) relatam que os macrófagos colostrais podem explicar ativação e maturação da resposta imune específica, aumentando a capacidade dos monócitos de apresentar antígenos. Um estudo, realizado por Novo *et al.* (2017b), relata também que os leucócitos colostrais estimulam a resposta do sistema imune a invasões bacterianas nos tecidos mucosos, pois os animais que receberam

colostro fresco apresentaram quadros de diarreia com menos gravidade que os animais que receberam colostro congelado com células inviáveis.

As citocinas promovem o fortalecimento e maturação do sistema imune proporcionando efeito imunomodulador. Elas estimulam a secreção de IgA no intestino, a potencialização da resposta imune celular e a proteção contra patógenos, que são deficientes ao nascimento, além de garantir a imunidade específica, por aumentar a capacidade dos monócitos de apresentarem antígenos (Gomes *et. al.*, 2014; Chase; Perreño, 2022).

O sistema imunológico pode ser dividido em resposta imune inata e adaptativa, sendo a resposta imune inata a primeira defesa ao agente infeccioso. Esta é composta por células fagocitárias, citocinas e proteínas que atacam organismos invasores. Ela também é responsável por acionar a resposta imune adaptativa (Chase, 2022). A resposta imune adaptativa é específica e se divide em resposta imune humoral e mediada por células, sendo a primeira realizada pelas imunoglobulinas que respondem a invasões de microrganismos extracelulares, enquanto a resposta imune mediada por células é realizada por linfócitos T que respondem a patógenos intracelulares (Chase, 2022; Tizard 2014).

Apesar de todos os componentes imunológicos essenciais já estarem presentes no bezerro neonato, grande parte não é funcional até as segunda a quarta semana de vida. O sistema imune inato está presente com quantidade limitada dos componentes no momento do nascimento e ainda não regula tão bem quanto em um animal adulto. Os níveis de complemento na circulação aumentam gradativamente e por volta de um mês de idade é aproximadamente 50% do nível em adultos, a produção de interferon pelos leucócitos é menor, os macrófagos e neutrófilos também tem suas funções reduzidas, até a ingestão de colostro (Chase; Hurley; Reber, 2008; Chase; Perreño 2022).

Em relação aos componentes celulares do sistema imune inato, os neutrófilos passam a ser funcionais e capazes de criar resposta conveniente com uma semana de vida, com gradativo aumento até os cinco meses quando atinge níveis de um animal adulto. Da mesma maneira, a quantidade de células dendríticas e a aptidão para de apresentar antígeno para ativar o sistema imune adquirido também são menores no neonato. As células exterminadoras naturais

(NK) também apresentam aumento gradativo, subindo de três para 10% do volume total de um animal adulto em seis a oito semanas de vida. Assim como os neutrófilos, elas também apresentam capacidade fagocítica reduzida nos neonatos (Chase; Hurley; Reber, 2008; Chase; Perreño 2022).

A imunidade adaptativa também se apresenta reduzida, com o número de células B bem reduzido no neonato e apresentando um aumento gradual na circulação após seis a oito semanas de vida. Observa-se também uma menor resposta de anticorpos devido ao baixo número de células B associado aos corticosteroides circulantes no bezerro e hormônios maternos decorrente do parto. A ativação dos linfócitos T é ligeiramente deprimida no nascimento e permanece constante até 28 dias após o nascimento (Chase; Hurley; Reber, 2008; Chase; Perreño 2022).

Falha na transferência de imunidade passiva

Segundo Godden, Lombard e Woolums (2019), a falha na transferência de imunidade passiva (FTIP) nos neonatos ocorre quando a concentração sérica de IgG é inferior a 10 g/L nas amostras de soro de animais entre 24 e 48 horas de idade. A FTIP não é uma doença, mas uma condição que torna os bezerros suscetíveis a doenças durante as primeiras semanas de vida. São diversas as consequências da FTIP, tais como a diminuição da permeabilidade do intestino e sua colonização por bactérias associadas à saúde intestinal (Fischer *et al.*, 2018).

O monitoramento da colostragem é fundamental para a garantia da saúde e manutenção de boas condições nos primeiros meses de vida dos bezerros. O fornecimento inadequado de colostro pode ocasionar FTIP, que se caracteriza por concentrações séricas de IgG menores que 10 g/L nas primeiras 48 horas de vida (Morin; McCoy.; Hurley, 1997) ou por concentrações de proteínas séricas (PT) menores que 5,5 g/dL (Hogan *et al.*, 2015). Vários pontos de corte para concentração sérica de proteínas foram sugeridos por diversos autores variando de 5 a 5,5 g/dL, mas a DCHA (2020) estabeleceu que as concentrações de proteínas séricas menores que 5,1 g/dL são consideradas FTIP. Além da qualidade do colostro, existem mais três fatores relacionados ao seu manejo para a TIP: a

quantidade de colostro fornecido, o momento da alimentação e qualidade microbiológica do colostro (McGuirk; Collins, 2004).

Em um estudo transversal conduzido pelo Departamento Nacional de Saúde Animal do Departamento Americano de Agricultura (2007) que analisou 1.816 amostras de 394 propriedades de bovinocultura leiteira em 17 estados a concentração de IgG em bezerros de um a sete dias através da imunodifusão radial, observou-se que a prevalência da FTIP foi de 19.2% dos animais amostrados e 40,7% das propriedades tiveram pelo menos um bezerro com FTIP (Beam *et al.*, 2009). Não há ainda no Brasil um estudo sobre a prevalência da FTIP.

Em relação à quantidade, a recomendação geral é fornecer 10% do peso corporal de colostro na primeira mamada e mais 5% do peso corporal, na segunda mamada em até oito horas de vida (Godden, Lombard, Woolums, 2019, Azevedo *et al.*, 2020). A concentração sérica de Ig depende da massa de Ig consumida, a qual é determinada pelo volume de colostro fornecido, concentração de Igs do colostro e eficiência de absorção de Ig pelo bezerro (Morin, McCoy; Hurley, 1997). Segundo Renaud *et al.* (2020), um maior volume de colostro fornecido nas primeiras 24 horas após o parto teve uma associação positiva com sucesso na transferência de imunidade passiva (STIP) e levou a uma redução da chance de FTIP.

Quanto ao momento da primeira alimentação com colostro, Stott *et al.* (1979) e Beam *et al.* (2009) vêm afirmando ao longo dos anos que os bezerros devem ser alimentados com colostro o mais rápido possível, pois a taxa de absorção de imunoglobulina diminui rapidamente após as quatro primeiras horas depois do nascimento. Os bezerros só são capazes de absorver grandes moléculas, incluindo imunoglobulinas, durante um breve período de 12 a 24 horas após o nascimento (Michanek; Ventrop; Weström, 1989). A falha em absorver Ig suficiente, particularmente IgG1, resulta em baixas concentrações de Ig no soro e aumento do risco de doença e mortalidade (Buczinski *et al.*, 2018). Shivley *et al.* (2018) constatou que para cada hora de atraso no fornecimento do colostro, a IgG sérica diminui 0,32 g/L. Esses relatos sugerem que mesmo um atraso de 4 horas pode ter um impacto importante na absorção de IgG (Renaud *et al.*, 2020).

A qualidade microbiológica do colostro fornecido também é crucial, pois se contaminado por bactérias pode levar à diminuição da absorção de imunoglobulinas devido à competição no epitélio intestinal (Shivley *et al.*, 2018). A contaminação bacteriana do colostro pode ocorrer por várias fontes como mastite no pós-parto ou mesmo através dos equipamentos de ordenha, transporte e armazenamento (McGuirk; Collins, 2004).

Segundo Godden *et al.* (2012), bezerros alimentados com colostro fresco apresentaram maior risco a doenças que bezerros alimentados com colostro tratado termicamente (pasteurizado), porque o tratamento térmico reduz consideravelmente contagem total de coliformes do colostro e conseqüentemente foram associados a valores séricos mais altos de IgG. Podendo observar FTIP (IgG sérico <10 mg/mL,) em 18,6% dos animais do tratamento com colostro pasteurizado e em 30,1% dos animais do tratamento com colostro fresco e que animais que consumiram o colostro pasteurizado tiveram menos riscos de saúde que os que consumiram colostro fresco devido a redução da contagem de coliformes fecais no colostro pasteurizado

É recomendado avaliar a qualidade microbiológica do colostro fornecido aos bezerros por meio de contagem em placas ao menos uma vez ao mês e o ideal é manter a contagem bacteriana em menos 100 000 UFC/ml para que o colostro seja considerado de boa qualidade (Tabela 3) (Lora *et al.*, 2018a; Azevedo *et al.*, 2020).

Tabela 3. Classificação da qualidade microbiológica do colostro quanto a contagem padrão em placa (CPP) e coliformes no colostro fornecido às bezerras, tendo como metas de unidades formadoras de colônias (UFC) os seguintes parâmetros.

CLASSIFICAÇÃO	CONTAGEM PADRÃO EM PLACA	CONTAGEM DE COLIFORMES FECAIS
ACEITÁVEL	< 100.000 UFC/mL	< 10.000 UFC/mL
EXCELENTE	< 50.000 UFC/mL	< 5.000 UFC/mL

Adaptado de Azevedo *et al.* (2020).

Avaliação da qualidade do colostro

A qualidade do colostro é determinada principalmente pela concentração de imunoglobulinas, fator que está intimamente relacionado ao sucesso ou falha na transferência de imunidade passiva de bezerros. Sendo assim, monitorar a

qualidade do colostro é imprescindível na criação de bezerras (Silper *et al.*, 2012; Quigley *et al.*, 2013).

Esse monitoramento, porém, ainda não é uma rotina nas propriedades produtoras de leite. Uma pesquisa realizada recentemente na Áustria revelou que 20,8% dos produtores relataram testar a qualidade do colostro (Bartens *et al.*, 2016). Segundo Abuelo *et al.* (2019), os métodos rotineiros (indiretos) utilizados pelos produtores entrevistados na Austrália para avaliar o conteúdo de IgG do colostro usam o refratômetro Brix, em 47,2%, seguidos pelo colostrômetro em 3,8 % dos entrevistados, 24,5% fazem avaliação visual e 21,7% não fazem avaliação da qualidade de colostro.

Existem diversos métodos de medição de concentração de Ig no colostro, sendo estes considerados diretos, realizados em laboratórios, e indiretos, geralmente utilizados nas propriedades como colostrômetro ou refratômetro de Brix. Os diretos medem a concentração de Ig, enquanto os indiretos permitem conclusões sobre a concentração de Ig com base em propriedades correlacionadas, como por exemplo, a alteração das propriedades físico-químicas do colostro como um líquido, cujo peso específico, densidade ou viscosidade muda dependendo da concentração de IgG (Ahmann; Steinhoff-Wagner; Büscher, 2021; Elsohaby *et al.*, 2021).

Dentre os métodos diretos, se destacam a imunodifusão radial (RID), teste considerado como referência para quantificação de IgG, e o imunoensaio turbidimétrico (TIA). O RID é considerado o padrão ouro para a mensuração e quantificação de IgG do colostro (Bielmann *et al.*, 2010; Godden; Lombard, Woolums, 2019). O teste utiliza a concentração 50g/L de IgG como limite mínimo para a classificação como colostro de alta qualidade. No entanto, é caro e leva até 24 horas para obtenção dos resultados e requer habilidades não apenas para realizá-lo, mas também para medir as zonas de precipitação, sendo necessária a presença de técnicos de laboratório qualificados (Quigley *et al.*, 2013; Gamsjäger *et al.*, 2020; Ahmann; Steinhoff-Wagner; Büscher, 2021).

Como alternativa, o TIA é um método mais rápido e de menor custo para medir IgG. O TIA é baseado em uma reação antígeno-anticorpo e os complexos imunes resultantes que podem absorver e dispersar a luz, medidos com auxílio de um fotômetro e analisadores fotométricos. A absorção de luz é proporcional

à concentração de antígeno em uma ampla faixa, sendo medida a extinção da atenuação da luz (extinção) por minuto (Quigley *et al.*, 2013; Ahmann; Steinhoff-Wagner; Büscher, 2021).

Outros métodos para estimar a concentração colostrar de IgG de forma indireta foram estudados. O refratômetro Brix (Figura 1) é prático, barato e tem sido usado nas propriedades rurais como uma ferramenta confiável para determinar o conteúdo de IgG e avaliar a qualidade do colostro. Não é sensível à temperatura do colostro no momento da análise (Bielmann *et al.*, 2010) e capaz de determinar o conteúdo total de sólidos em líquidos que não contêm sacarose, como o colostro. Subsequentemente, a concentração de IgG pode ser estimada (Gamsjäger *et al.*, 2020). A refratometria Brix mede as porcentagens de sólidos no colostro que se correlacionam com o conteúdo colostrar de IgG. Estudos relataram que pontuações Brix entre 18 e 24% são consideradas como referentes a um colostro de alta qualidade (IgG >50g/L) (Bartier; Windeyer; Doepel, 2015; Elsohaby *et al.*, 2021).



Figura 1- Refratômetro de Brix e leitura para avaliação do colostro (acervo pessoal).

Os colostrômetros são adequados para uso em condições de campo por serem de uso ágil, mas são frágeis e sensíveis à temperatura (Bielmann *et al.*, 2010). É composto por um cilindro medidor, fuso e uma boia, permitindo conclusões sobre a densidade específica em função do seu deslocamento. A concentração de Ig é medida por meio da de correlação com a densidade. O

flutuador contém uma escala de diferentes áreas coloridas indicando três níveis diferentes de concentração de Ig no colostro (Figura 2) (Ahmann; Steinhoff-Wagner; Büscher, 2021). Infelizmente, o colostrômetro apresenta vários inconvenientes que podem limitar sua adoção na propriedade rural: é feito de vidro e, portanto, frágil; precisa ser bem limpo antes de cada uso; e o colostro deve estar a 22°C para se obter uma medição confiável (Bartier; Windeyer; Doepel, *al.*, 2015).



Figura 2- Colostrômetro (acervo pessoal)

Avaliação da transferência de imunidade passiva

O monitoramento de bezerros para FTIP é essencial para identificar deficiências de manejo do rebanho e garantir a detecção e implementação oportuna de medidas intervencionistas, que podem reduzir a morbidade, mortalidade e problemas de produção associados ao FTIP no rebanho. (Elsohaby *et al.*, 2019).

A transferência de imunidade passiva pode ser avaliada pela dosagem de IgG no soro, de forma direta ou indireta. A eficiência na transferência de imunidade pelo colostro ocorre quando os bezerros com 24 a 48 horas de vida tem concentração maior ou igual a 10mg de IgG/mL de soro (Silper *et al.*, 2012).

Entre métodos diretos de avaliação da concentração de IgG tem-se a RID e o TIA que também são usados na avaliação da concentração de IgG colostrá, mas também podem ser usados ELISA, espectroscopia de infravermelho e

outros (Elsohaby *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2021). Da mesma maneira que na avaliação da qualidade do colostro, esses métodos são mais onerosos, levam mais tempo para serem processados e precisam de profissionais de laboratório para realizá-los (Elsohaby *et al.*, 2019; Renaud *et al.*, 2018).

Dentre os métodos indiretos tem-se a refratometria de proteína total, teste de turbidez com sulfato de zinco e teste de turbidez com sulfato de sódio, Gamaglutamiltransferase (GGT) e refratometria de Brix (Elsohaby *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2021;), sendo este último o mais indicados para o uso a campo. Os resultados dos métodos diretos foram usados no desenvolvimento dos métodos indiretos, ajustando o índice de refração, os escores de Brix, a gravidade específica ou os níveis de proteína total (PT) às concentrações de IgG (Elsohaby *et al.*, 2019).

O refratômetro Brix mede a concentração de sacarose em líquidos. Quando usado em líquidos que não contém a sacarose, a porcentagem Brix (%Brix) se aproxima da porcentagem total de sólidos. Existe uma utilidade considerável em usar o mesmo instrumento para avaliar a qualidade do colostro e avaliar a TIP nos bezerros. As concentrações de soro acima de 8,4% de Brix é considerado para o sucesso na TIP (Deelen *et al.*, 2014)

O padrão dicotômico individual de bezerro para FTIP e STIP tem sido usado por mais de 35 anos e baseia-se principalmente na diminuição do risco de mortalidade quando os valores são maiores ou iguais a 10 g/L de IgG serica (Godden, Lombard, Woolums, 2019). Recentemente Lombard *et al.* (2020) propuseram um padrão de 4 classificações em intervalos de níveis séricos de IgG, com a intenção de reduzir mais ainda os riscos de mortalidade e morbidade em bezerros neonatos.

Os valores de referências utilizados pela Dairy Calf and Heifer Association (DCHA) são baseados no estudo de Lombard *et al.* (2020) que determinou os valores descritos abaixo (Tabela 4) como padrão ouro. Esses valores são recomendados como referência no Brasil de acordo com Azevedo *et al.* (2020) e buscam reduzir os riscos de mortalidade e morbidade em neonatos.

Tabela 4. Valores para monitoramento da eficiência de transferência de imunidade passiva das bezerras.

Categoria de TIP	Concentração sérica de IgG	Equivalência de proteína sérica (g/dl)	Equivalência de Brix (%)	Percentual de bezerras em cada categoria
Excelente	≥ 25	≥ 6,2	≥ 9,4	> 50%
Boa	18 a 24,9	5,8 a 6,1	8,9 a 9,3	~ 30%
Aceitável	10 a 17,9	5,1 a 5,7	8,1 a 8,8	~ 15%
Ruim	< 10	< 5,1	< 8,1	< 5%

Azevedo *et al.* (2020), adaptado de Lombard *et al.* (2020).

Saúde dos bezerros

A saúde dos bezerros nos três primeiros meses de vida é um ponto crítico para a criação dos animais de reposição, uma vez que durante esse período são muito susceptíveis a doenças e morte (Urie *et al.*, 2018a). Nessa fase os animais são extremamente vulneráveis à diarreia neonatal, à doença respiratória bovina (BRD) e à inflamação umbilical. A associação entre essas afecções são as principais causas de morbidade e mortalidade nas fases de cria e recria (Windeyer *et al.*, 2014; Gomes *et al.*, 2021).

O levantamento realizado pelo USDA nas propriedades produtoras de leite dos Estados unidos constatou que diarreias é a causa de 56,4% das mortes de bezerras até o desmame e que a doença respiratória bovina é a causa de 24% de morte de bezerras até o desmame (USDA ,2018).

O monitoramento da eficiência aparente da absorção de imunoglobulina em bezerros é frequentemente recomendado para avaliar as práticas gerais de manejo do colostro (Lopez; Heinrichs., 2022). Beam *et al.* (2009) observaram a diminuição de mais de 40% da prevalência de FTIP em bezerras leiteiras de 1991 a 1992, para 19,2% em 2007 nos EUA. Essa aparente diminuição na prevalência pode ter sido devido a mudanças nas práticas de manejo, mas diferenças nas metodologias entre os dois estudos também devem ser consideradas (Beam *et al.*, 2009). Em estudo realizado por Skirving *et al.*, (2022) em cinco fazendas leiteiras no sul da Austrália, com o total de 2.638 bezerras, foi observado que a taxa de incidência na FTIP variava de 6,5% a 52,4%, sendo que a fazenda com a menor taxa a que realizava boas práticas de manejo da colostragem.

A FTIP contribui diretamente com a mortalidade e morbidade de bezerras, principalmente nos primeiros 60 dias de vida (Donovan, *et al.*, 1998; Urie, *et al.*, 2018b). Donovan *et al.* (1998) e Windeyer *et al.* (2014) relataram que as patologias relacionadas à FTIP são diarreias neonatais, doenças respiratórias, septicemia e onfaloflebites. A mortalidade ligada a FTIP foi relatada variando de 8 a 25% (Raboisson; Trillat; Cahuzac, 2016).

A garantia de uma transferência adequada da imunidade materna aos bezerros, por meio de práticas adequadas de manejo do colostro, é fundamental para a saúde destes, pois permite evitar infecções entéricas graves, melhorar as probabilidades de recuperação e reduzir o uso de antimicrobianos na pecuária leiteira (Lora *et al.*, 2018b).

Em um estudo de Lora *et al.* (2018b), bezerros que apresentaram diarreia nos primeiros 30 dias de vida tiveram baixa concentração séricas de Ig quando comparados com bezerros assintomáticos. Sendo *Cryptosporidium* spp. e rotavírus os principais agentes de diarreia em bezerros nesse estudo. FTIP foi um fator predisponente para infecções causadas por rotavírus e *Cryptosporidium* spp.

Segundo Windeyer *et al.* (2014), cerca de 20% dos casos de doenças respiratórias poderiam ser evitados eliminando a FTIP. Além disso, os bezerros com FTIP tiveram pesos corporais mais baixos em comparação com os bezerros que não tiveram. Apoiado na mesma teoria, Weiller *et al.* (2020), demonstraram que bezerras com STIP apresentaram uma ocorrência reduzida de diarreia e doenças respiratórias no Rio Grande do Sul.

Um estudo realizado em cinco propriedades de Rio Grande do Sul com total de 131 bezerros até 60 dias de idade, avaliou-se a FTIP e suas consequências para a saúde desses animais. A taxa de FTIP foi de 32,07%, a incidência de casos de diarreia foi de 77,9% e de doença respiratória foi de 49,6%. Relatou-se que os bezerros com FTIP tiveram pelo menos um episódio de diarreia e 76,5 % dos bezerros com FTIP apresentaram sinais clínicos de doença respiratória. A percentagem de óbitos foi de 6,9% por diarreias e 4,6% por doença respiratória (Weiller *et al.*, 2018).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Mapa do leite: Políticas Públicas e Privadas para o leite.** [Brasília, DF]: Ministério da Agricultura e Pecuária. [202-]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO DISTRITO FEDERAL (Brasil). **Distrito Federal terá Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira.** Brasília: Emater-DF, 2021. Disponível em: <https://emater.df.gov.br/distrito-federal-tera-programa-de-desenvolvimento-da-pecuaria-leiteira/>. Acesso em: 20 jan. 2023

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO DISTRITO FEDERAL (Brasil). Valor bruto da produção agropecuária Distrito Federal- 2022. Brasília: Emater-DF, 2022. Disponível em: <https://emater.df.gov.br/informacoes-agropecuarias-do-distrito-federal/>. Acesso em: 20 jan. 2023

DAIRY CALF & HEIFER ASSOCIATION GOLD STANDARDS. 3. ed. **Performance and production standards for dairy calves and heifers, from birth to freshening.** New Prague: DCHA, ©2019. Disponível em: https://calfandheifer.org/wp-content/uploads/2020/09/DCHA_GoldStandards_2020_En_WEB-final.pdf.

ABUELO, A. *et al.* An investigation of dairy calf management practices, colostrum quality, failure of transfer of passive immunity, and occurrence of enteropathogens among Australian dairy farms. **Journal of dairy science**, Gungahlin, v. 102, n. 9, p. 8352-8366, Sept. 2019. DOI: 10.3168/jds.2019-16578.

AHMANN, J.; STEINHOFF-WAGNER, J.; BÜSCHER, W. Determining Immunoglobulin Content of Bovine Colostrum and Factors Affecting the Outcome: A Review. **Animals**, [s. l.], v. 11, n. 12, p. 3587, Dec. 2021. DOI: 10.3390/ani11123587.

AZEVEDO, R. A. *et al.* Padrão ouro de criação de bezerras leiteiras. 2020. DOI: [10.26626/978-65-5668-009-5.2020B0001](https://doi.org/10.26626/978-65-5668-009-5.2020B0001). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1146963>.

BACCILI, C. C. *et al.* Influência da vacinação materna na transferência de imunidade passiva contra viroses respiratórias dos bovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s. l.], v. 70, n. 2, p. 391-400, Mar-Apr. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9496>.

BARRINGTON, G. M.; PARISH, S. M. Bovine neonatal immunology. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, [s. l.], v. 17, n. 3, p. 463-476, Nov. 2001. DOI: 10.1016/s0749-0720(15)30001-3.

BARTENS, M. C. *et al.* Assessment of different methods to estimate bovine colostrum quality on farm. **New Zealand veterinary journal**, v. 64, n. 5, p. 263–267, Sept. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/00480169.2016.1184109>.

BARTIER, A. L.; WINDEYER, M. C.; DOEPEL, L. Evaluation of on-farm tools for colostrum quality measurement. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 98, n. 3, p. 1878-1884, Jan. 2015. DOI: 10.3168/jds.2014-8415.

BEAM, A. L. *et al.* Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations, **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 92, n. 8, p. 3973-3980, Aug. 2009. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2225>.

BESSI, R. *et al.* Absorção de anticorpos do colostro em bezerros: II. Estudo no intestino delgado distal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2325-2331, Nov 2002. DOI: [10.1590/S1516-35982002000900022](https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000900022).

BIELMANN V. *et al.* An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. **Journal of dairy Science** [s.l.], v. 93; n. 8, p.3713-3721, Aug. 2010. DOI: [10.3168/jds.2009-2943](https://doi.org/10.3168/jds.2009-2943).

BORCHARDT, S. *et al.* Management-related factors in dry cows and their associations with colostrum quantity and quality on a large commercial dairy farm. **Journal of dairy Science**, [s.l.], v. 105, n.2, p. 1589-1602, Fev. 2022. DOI: [10.3168/jds.2021-20671](https://doi.org/10.3168/jds.2021-20671).

BUCZINSKI, S. *et al.* Systematic Review and Meta-Analysis of Diagnostic Accuracy of Serum Refractometry and Brix Refractometry for the Diagnosis of Inadequate Transfer of Passive Immunity in Calves. **Journal of veterinary internal medicine**, [s.l.], v. 32, n. 1, p. 474-483, Jan- Feb. 2018 Doi:[10.1111/jvim.14893](https://doi.org/10.1111/jvim.14893).

CHASE, C. C. L; HURLEY, D. J.; REBER, A. J. Neonatal immune development in the calf and its impact on vaccine response. **The Veterinary clinics of North America. Food animal practice**, [s.l.], n.24, v. 1, p. 87–104, Mar 2008. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.11.001>.

CHASE, C. C. L. Fatos essenciais: os elementos básicos do sistema imune bovino. *In*: CHASE, CHRISTOPHER C. L *et al.* **A imunidade bovina: uma abordagem prática da imunologia e da vacinologia**. Espanha: HIPRA, 2022. p. 2-29. Disponível em: https://bovineimmunity.hipra.com/libro/pt/index-3c4v.html?utm_source=email-registro&utm_medium=mail&utm_id=acceso-libro-digital.

CHASE, C. C. L.; PARREÑO, V. No início: o desenvolvimento e a maximização do sistema imune neonatal. *In*: CHASE, CHRISTOPHER C. L *et al.* **A imunidade bovina: uma abordagem prática da imunologia e da vacinologia**. Espanha: HIPRA, 2022. p. 30-48. Disponível em: https://bovineimmunity.hipra.com/libro/pt/index-3c4v.html?utm_source=email-registro&utm_medium=mail&utm_id=acceso-libro-digital.

CHUCRI, T. M. *et al.* A review of immune transfer by the placenta. **Journal of Reproductive Immunology**, [s. l.], v. 87, n. 1-2, p. 14-20, Dec. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jri.2010.08.062>.

CONNELLY, M. *et al.* Factors associated with the concentration of immunoglobulin G in the colostrum of dairy cows. **Animal**, [s. l.], v. 7, n. 11, p. 1824 - 1832, Nov. 2013. DOI: 10.1017/S1751731113001444.

CORTESE, V. S. Neonatal Immunology. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, Simpsonville, v. 25, n. 1, p. 221-227, Mar. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.10.003>.

DA SILVA, E. I. C. Fisiologia da Reprodução de Bovinos Leiteiros: aspectos básicos e clínicos - 1ª ed. - Belo Jardim. PE. 2022. Disponível em: <https://philarchive.org/archive/DASFDR-5>.

DEELEN, S. M. *et al.* Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Ottawa, v. 97, n. 6, p. 3838-3844, June 2014. DOI: 10.3168/jds.2014-7939.

DONOVAN, A. G. *et al.* Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. **Preventive veterinary medicine**, [s. l.], v. 34, n. 1, p.31-46, Fev 1998. DOI: [10.1016/s0167-5877\(97\)00060-3](https://doi.org/10.1016/s0167-5877(97)00060-3).

DONOVAN D. C. *et al.* Effect of maternal cells transferred with colostrum on cellular responses to pathogen antigens in neonatal calves. **American Journal Veterinary Research**, [s. l.], v. 68, n. 7, p. 778-782, Jul. 2007. DOI: [10.2460/ajvr.68.7.778](https://doi.org/10.2460/ajvr.68.7.778)

DUNN, A. *et al.* Effect of concentrate supplementation during the dry period on colostrum quality and effect of colostrum feeding regimen on passive transfer of immunity, calf health, and performance. **Journal of dairy Science**, [s. l.], v. 100, n.1 p. 357-370. Jan. 2017. DOI: [10.3168/jds.2016-11334](https://doi.org/10.3168/jds.2016-11334).

ELFSTRAND, L. *et al.* Immunoglobulins, growth factors and growth hormone in bovine colostrum and the effects of processing. **International Dairy Journal**, [s. l.], v. 12, n. 11, p.879-887, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00089-4](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00089-4).

ELSOHABY, I. *et al.* Using serum and plasma samples to assess failure of transfer of passive immunity in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 102, n. 1, p. 567–577, Jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15070>.

ELSOHABY, I. *et al.* Accuracy of direct and indirect methods for assessing bovine colostrum quality using a latent class model fit within a Bayesian framework. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 104, n. 4, p. 4703–4714, Apr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19231>.

FISCHER, A. J. *et al.* Effect of delaying colostrum feeding on passive transfer and intestinal bacterial colonization in neonatal male Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 101, n. 4, p. 3099–3109, Apr. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13397>.

FOLEY, J. A.; OTTERBY, D. E. Availability, Storage, Treatment, Composition, and Feeding Value of Surplus Colostrum: A Review. **Journal of Dairy Science**, Minnesota, v. 61, n. 8, p. 1033–1060, Aug. 1978. DOI: [10.3168/jds.S0022-0302\(78\)83686-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(78)83686-8).

FRUSCALSO, V.; OLMOS, G.; HÖTZEL, M. J. Dairy calves' mortality survey and associated management practices in smallholding, pasture-based herds in southern Brazil. **Preventive Veterinary Medicine**, [s. l.], v. 175, p. 104835, Feb. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104835>.

GAMSJÄGER, L. *et al.* Assessment of Brix refractometry to estimate immunoglobulin G concentration in beef cow colostrum. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Colorado, v. 34, n. 4, p. 1662–1673, July 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvim.15805>.

GANZ, S. *et al.* Inhaltsstoffe des bovinen Kolostrums: eine Übersicht = Substances in the bovine colostrum: a survey. **Tierärztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere**, [s. l.], v. 46, n. 3, p. 178–189, June 2018. DOI: <https://doi.org/10.15653/TPG-180144>.

GAVIN, K. *et al.* Low colostrum yield in Jersey cattle and potential risk factors. **Journal of Dairy Science**; v.101, n.7, p. 6388-6398, July 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14308>.

GODDEN, S. M. *et al.* Heat-treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 95, n. 7, p. 4029–4040, July 2012. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5275>.

GODDEN, S. M.; LOMBARD, J. E.; WOOLUMS, A. R. Colostrum Management for Dairy Calves. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 535–556, 2019. DOI: [10.1016/j.cvfa.2019.07.005](https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005).

GOMES V. *et al.* Factors affecting immunoglobulin concentration in colostrum of healthy Holstein cows immediately after delivery. **Pesquisa Brasileira Veterinária**, [s. l.], V. 31, supl. 1, p.53-56, Dec. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2011001300009>.

GOMES, V. *et al.* Development of the innate immune response and influence of colostrum suckling in calves. **American Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v. 9, n. 2, p. 77-83, Apr, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2014.77.83>.

GOMES, V. *et al.* Colostro bovino: muito além das imunoglobulinas. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, v. 15, supl. 2, p. 99-108, Aug. 2017. DOI: <https://doi.org/10.7213/academica.15.S02.2017.A10>.

GOMES, V. *et al.* Morbidity and mortality in Holstein calves from birth to 145 days of age on a large dairy farm in Brazil. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, [s. l.], V. 73, n. 5, p.1029-1038, Sept.-Oct. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12284>.

GREGORY N. G. Effect of enhancing curd formation during the first colostrum feed on absorption of gamma glutamyl transferase by newborn calves. **Australian Veterinary Journal**. V. 81, n. 9, p. 549-552. Sep 2003 DOI: [10.1111/j.1751-0813.2003.tb12885.x](https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2003.tb12885.x)

GONZALEZ, D. D., DUS SANTOS, M. J. Bovine colostrum cells-the often forgotten component of colostrum. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. V. 250, n.9, p. 998–1005, May. 2017. DOI [10.2460/javma.250.9.998](https://doi.org/10.2460/javma.250.9.998).

GUERRA, G. A. *et al.* Neonatologia em bezerros: a importância do colostro. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**. São Paulo: Conselho Regional de Medicina Veterinária, v. 15, n. 3, p. 32-41, Aug. 2017. DOI <https://doi.org/10.36440/recmvz.v15i3.37632>.

HEINRICH, A. J.; HEINRICH, B. S. A prospective study of calf factors affecting first-lactation and lifetime milk production and age of cows when removed from the herd. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 94, n. 1, p. 336–341, Jan. 2011. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3170>.

HEINRICH, A. J.; JONES, C. M. Feeding the newborn dairy calf. **College of Agricultural Sciences. Agricultural Research and Cooperative Extension**. The Pennsylvania State University, p. 1-24, 2003. CAT UD013 5M8/03ps3434.

HOGAN, I. *et al.* Comparison of rapid laboratory tests for failure of passive transfer in the bovine. **Irish Veterinary Journal**, [s. l.], v. 68, n. 18, Aug. 2015. DOI: [10.1186/s13620-015-0047-0](https://doi.org/10.1186/s13620-015-0047-0).

JAINUDEEN, M. R.; HAFEZ, E. S. E. Gestação, fisiologia pré-natal e parto. *In*: HAFEZ, E. S. E; HAFEZ, B. Reprodução animal. São Paulo: Manole, 2004. P. 141-155.

LARSON, B. L.; HEARY, H. L.; DEVERY, J. E. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 63, n. 4, p. 665–671, Apr. 1980. DOI: [10.3168/jds.S0022-0302\(80\)82988-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82988-2).

LIEBLER-TENORIO, E.M.; RIEDEL-CASPAR, I G.; POHLENZ, J.F. Uptake of colostrum leukocytes in the intestinal tract of newborn calves. **veterinary immunology and immunopathology**. v. 85, n. 1-2p. 33-40. Fev. 2002. DOI: [10.1016/s0165-2427\(01\)00404-4](https://doi.org/10.1016/s0165-2427(01)00404-4).

LOMBARD, J. *et al.* Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. **Journal of dairy science**, v. 103, n. 8, p 7611–7624 Aug. 2020. DOI: [10.3168/jds.2019-17955](https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955)

LOPEZ, A. J.; HEINRICH, A. J. Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 105, n. 4, p. 2733–2749, Apr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20114>.

LORA, I. *et al.* Factors associated with passive immunity transfer in dairy calves: combined effect of delivery time, amount and quality of the first colostrum meal. **Animals**, [s. l.], v. 12, n. 5, p. 1041-1049, May. 2018a. DOI: [10.1017/S1751731117002579](https://doi.org/10.1017/S1751731117002579).

LORA, I. *et al.* Association between passive immunity and health status of dairy calves under 30 days of age. **Preventive veterinary medicine**, [s. l.], v. 152, p. 12-15, Apr. 2018b. DOI: [10.1016/j.prevetmed.2018.01.009](https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.01.009).

MAYASARI, N. *et al.* Effect of maternal dry period length on colostrum immunoglobulin content and on natural and specific antibody titers in calves. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 98, n. 6, p. 3969-3979, June 2015. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8753>.

MATTE JÚNIOR, A. A.; JUNG, C. F. Produção leiteira no Brasil e características da bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul. **Ágora**, v. 19, n. 1, p. 34-47, Jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.17058/agora.v19i1.8446>

MATTE, J. J. *et al.* Absorption of colostrum immunoglobulin G in the newborn dairy calf. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 65, n. 9, p. 1765–1770, Sept. 1982. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82414-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82414-4).

MCGRATH, B. A. *et al.* Composition and properties of bovine colostrum: a review. **Dairy Science & Technology**, Paris, v. 96, n. 2, p. 133–158, Sept. 2016. DOI 10.1007/s13594-015-0258-x.

MCGUIRK, S. M.; COLLINS, M. Managing the production, storage, and delivery of colostrum. **The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Madison, v. 20, n. 3, p. 593–603, Nov. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.005>.

MICHANEK, P.; VENTROP, M.; WESTRÖM, B. Intestinal transmission of macromolecules in newborn dairy calves of different ages at first feeding. **Research in Veterinary Science**, [s. l.], v. 46, n. 3, p.375-379, May. 1989. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(18\)31183-4](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(18)31183-4)

MIYAZAKI T, OKADA K, MIYAZAKI M. Short communication: Neonatal calves coagulate first-milking colostrum and produce a large curd for efficient absorption of immunoglobulins after first ingestion. **Journal of Dairy Science**. [s. l.], v. 100, n. 9, p7262-7270, Sep 2017. DOI: [10.3168/jds.2017-12808](https://doi.org/10.3168/jds.2017-12808).

MOKHBER-DEZFOOLI M.R. *et al.* Effect of abomasal emptying rate on the apparent efficiency of colostrum immunoglobulin G absorption in neonatal Holstein-Friesian calves. **Journal of Dairy Science**. [s. l.]. v. 95, n. 1, p 6740-6749, Nov 2012. DOI: [10.3168/jds.2012-5926](https://doi.org/10.3168/jds.2012-5926).

MORIN, D. E.; MCCOY, G. C.; HURLEY, W. L. Effects of quality, quantity, and timing of colostrum feeding and addition of a dried colostrum supplement on immunoglobulin G1 absorption in Holstein bull calves. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 80, n. 4, p. 747-753, Apr. 1997. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75994-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75994-0).

MORIN, D. E. *et al.* Factors associated with colostrum specific gravity in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 84, n. 4, p. 937-943, Apr. 2001. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74551-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74551-1).

MORIN, D. E. *et al.* Effect of colostral volume, interval between calving and first milking, and photoperiod on colostral IgG concentrations in dairy cows. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, [s. /], v. 237, n. 4, p. 420–428, Aug. 2010. DOI: [10.2460/javma.237.4.420](https://doi.org/10.2460/javma.237.4.420)

NARDONE, A. *et al.* Composition of colostrum from dairy heifers exposed to high air temperatures during late pregnancy and the early postpartum period. **Journal of Dairy Science**, Viterbo, v. 80, n. 5, p. 838-844, May 1997. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76005-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76005-3).

NOVO, S. M. F. *et al.* Effect of maternal cells transferred with colostrum on the health of neonate calves. **Research in veterinary**, [s. /], v.112, p. 97-104, 2017a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.01.025>:

NOVO, S. M.F. *et al.* Specific immune response in neonate Holstein heifer calves fed fresh or frozen colostrum. **Pesquisa Brasileira Veterinária** [s. /], v. 37, n.12, p. 97-104, Dez, 2017b. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2017001200005>.

OLIVEIRA, S. J. DE M. *et al.* Produção de leite inspecionado no Brasil e estados nos últimos 5 anos. MilkPoint Mercado, 28 jun. 2022. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1144761>.

OSAKA, I.; MATSUI, Y.; TERADA, F. Effect of the mass of immunoglobulin (Ig)G intake and age at first colostrum feeding on serum IgG concentration in Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, [s. /], v. 97, n. 10, p. 6608-6612, Oct. 2014. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7571>.

OSTRUP, E.; HYTTEL, P.; OSTRUP, O. Embryo-maternal communication: signalling before and during placentation in cattle and pig. **Reproduction, Fertility, and Development**, [s. /], v. 23, n. 8, p. 964–975, Sep. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1071/RD11140>.

PUPPEL, K. *et al.* Composition and Factors Affecting Quality of Bovine Colostrum: a review. **Animals (Basel)**, [s. /], v. 9, n. 12, p. 1070, Dec. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9121070>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31810335/>. Acesso em: 12 jan. 2023.

QUIGLEY, J. D. *et al.* Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. **Journal of Dairy Science**, [s. /], v. 96, n. 2, p. 1148-1155, Feb. 2013. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5823>.

RABOISSON, D.; TRILLAT, P.; CAHUZAC, C. Failure of Passive Immune Transfer in Calves: A Meta-Analysis on the Consequences and Assessment of the Economic Impact. **PLoS One**, v.11, n. 3, p. e0150452. Mar 2016. DOI: [10.1371/journal.pone.0150452](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150452).

REIS, E. M. B. *et al.* Custo de produção de fêmeas bovinas leiteiras durante as fases de cria e de recria: um estudo de caso. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, [s. /], v. 12, n. 1, p. 37-45, 2018. DOI: [10.26605/medvet-v12n1-2157](https://doi.org/10.26605/medvet-v12n1-2157).

RENAUD, D. L. *et al.* Short communication: Validation of methods for practically evaluating failed passive transfer of immunity in calves arriving at a veal facility. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 101, n. 10, p. 9516-9520, Oct. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14723>.

RENAUD, D. L. *et al.* Risk factors associated with failed transfer of passive immunity in male and female dairy calves: A 2008 retrospective cross-sectional study. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 103, n. 4, p. 3521-3528, Apr. 2020. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17397>.

ROBBERS, L. *et al.* A Scoping Review of On-Farm Colostrum Management Practices for Optimal Transfer of Immunity in Dairy Calves. **Frontiers in Veterinary Science**, [s. l.], v. 8, Jul 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.668639>.

ROCHA, D. T. da; CARVALHO, G. R., RESENDE, J. C. de. Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 123, 15p. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2020. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1124858>

SANTOS, G., LOPES, M.A. Indicadores econômicos de sistemas de produção de leite em confinamento total com alto volume de produção diária. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia-Go, v. 15, n.13, p. 239 a 249, July 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v15i314045>.

SHIVLEY, C. B. *et al.* Preweaned heifer management on US dairy operations: Part II. Factors associated with colostrum quality and passive transfer status of dairy heifer calves. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 101, n. 10, p. 9185-9198, Oct. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14008>.

SHOSHANI, E.; ROZEN, S.; DOEKES, J. J. Effect of a short dry period on milk yield and content, colostrum quality, fertility, and metabolic status of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 97, n. 5, p. 2909-2922, May 2014. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7733>.

SILPER, B. F. *et al.* Avaliação da qualidade do colostro e transferência de imunidade passiva em animais mestiços Holandês Zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s. l.], v. 64, n. 2, p. 281-285, abr. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000200005>.

SILVA, B. T. *et al.* Transferência de imunidade passiva (TIP) e dinâmica de anticorpos específicos em bezerros naturalmente expostos a viroses respiratórias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s. l.], v. 70, n. 5, p. 1414-1422. Sep-Oct. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9486>.

SKIRVING, R. *et al.* Incidence of Inadequate Transfer of Passive Immunity in Dairy Heifer Calves in South Australia. **Animals**, [s. l.], v. 12 n. 21, p. 2912, Oct. 2022 DOI: [10.3390/ani12212912](https://doi.org/10.3390/ani12212912).

SOUZA, R. S. de *et al.* Current Diagnostic Methods for Assessing Transfer of Passive Immunity in Calves and Possible Improvements: A Literature Review. **Animals**, v. 11, n. 10, p. 2963, Oct. 2021. DOI: 10.3390/ani11102963.

STOTT, G. H.; MARX, D. B.; MENEFEE, B. E.; NIGHTENGALE, G. T. Colostral immunoglobulin transfer in calves I. Period of absorption. **Journal of Dairy Science**, Tucson, v. 62, n. 10, p. 1632–1638, oct. 1979. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(79\)83472-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(79)83472-4).

URIE, N. J., *et al.* Preweaned heifer management on US dairy operations: Part I. Descriptive characteristics of preweaned heifer raising practices. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 10, p. 9168–9184, Oct. 2018a. DOI: [10.3168/jds.2017-14010](https://doi.org/10.3168/jds.2017-14010)

URIE, N. J. *et al.* Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 101, n. 10, p. 9229-9244, Oct. 2018b. DOI: [10.3168/jds.2017-14019](https://doi.org/10.3168/jds.2017-14019).

TIZARD, I. R., *Imunologia Veterinária: uma Introdução*. 9 ed. Rio de Janeiro: Saunders Elsevier, 2014

USDA. 2018. Dairy 2014, Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations, 2014. Disponível em: https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy14/Dairy14_dr_PartIII.pdf acessado em 15 may 2023

WEILLER, M. A. A. *et al.* The occurrence of diseases and their relationship with passive immune transfer in Holstein dairy calves submitted to individual management in southern Brazil. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, [s. l.], v. 72, n. 4, p.1075-1084, July 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11482>.

WINDEYER, M. C. *et al.* Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. **Preventive veterinary medicine** v. 113, n. 2, p: 231-40, Feb. 2014. DOI: [10.1016/j.prevetmed.2013.10.019](https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.10.019).

WOODING, F. B. P. Current topic: the synepitheliochorial placenta of ruminants: binucleate cell fusions and hormone production. **Placenta**, Babraham, v. 13, n. 2, p. 101–113, 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0143-4004\(92\)90025-o](https://doi.org/10.1016/0143-4004(92)90025-o).

WOODING, F. B., MORGAN, G., & ADAM, C. L. Structure and function in the ruminant synepitheliochorial placenta: central role of the trophoblast binucleate cell in deer. **Microscopy research and technique**, v 38, n.1-2, p 88–99, July 1997. DOI: [10.1002/\(SICI\)1097-0029\(19970701/15\)38:1/2<88::AID-JEMT10>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0029(19970701/15)38:1/2<88::AID-JEMT10>3.0.CO;2-A).

OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a transferência de imunidade passiva em bezerros de vacas da raça Girolanda.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a qualidade do colostro por meio do refratômetro de Brix.
- Avaliar a eficiência da transferência de imunidade passiva em bezerras Girolandas colostradas em dois tratamentos em três tempos: no momento do nascimento; com 48 horas e 30 dias de idade.
- Analisar a influência da transferência de imunidade passiva na saúde dos bezerros.
- Observar a ocorrência de tristeza parasitária bovina transplacentária e nos primeiros 30 dias de vida dos bezerros.

CAPITULO II

TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE PASSIVA EM BEZERROS DA RAÇA GIROLANDO

Resumo

Os bezerros recém-nascidos são agamaglobulinemicos devido a placenta sinepiteliocorial que impede a transferência de imunoglobulinas da mãe para o feto, a transferência de imunidade passiva (TIP) pelo colostro essencial para a sobrevivência e saúde dos bezerros. Nesse sentido, a colostragem eficiente das bezerras é o fator determinante para o sucesso ou falha na TIP dos bezerros, sendo fundamental para a produção de futuras vacas de leite. Falha na TIP se caracteriza quando a concentração de IgG sérico após 48 horas de vida é menor ou igual a 10g/L e está diretamente relacionada ao aumento das taxas de mortalidade e morbidade de doenças em geral, baixo ganho de peso, redução da longevidade e saúde dos bezerros. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade do colostro fornecido para os bezerros, avaliar a TIP através dos valores de proteína sérica total e avaliar a influência da transferência de imunidade passiva sobre o ganho de peso até desaleitamento. Foi avaliado a TIP em 55 bezerros da propriedade A, que receberam 10% peso vivo em colostro nas primeiras 4 horas de vida via mamadeira ou orogástrica, e em 18 bezerros da propriedade B, que receberam colostro *ad libitum* via mamadeira nas primeiras quatro horas de vida. Foram colhidas amostras de sangue ao nascimento, antes do fornecimento de colostro (0h), com 48 horas e com 30 dias de vida para avaliar a TIP. A qualidade do colostro ofertado a cada animal foi aferida por meio refratômetro de Brix óptico, a partir de leite obtido da primeira ordenha realizada logo após o parto. Todos os animais receberam colostros de alta qualidade, com índices que variaram entre 18 e 32% de Brix, com média de 27,44% de Brix. Dentre os animais que receberam no mínimo 10% do peso vivo em colostro (volume médio de 3,5 litros), observou-se falha na transferência de imunidade passiva (FTIP) em 7,2% dos animais, enquanto os bezerros do grupo *ad libitum* (volume médio de 2,05 litros), a taxa de FTIP foi de 27,8% dos animais.

Observou-se que os bezerros submetidos ao manejo intervencionista de oferta de 10% do peso vivo do colostro, apresentaram uma média de proteína sérica total com 48 horas de vida de 6,49 g/dL [IC95%; 6,20 – 6,78 g/dL], enquanto aqueles que mamaram *ad libitum* apresentaram índices um pouco mais baixos, com média de proteína sérica de 5,82 g/dL [IC 95%; 5,36 – 6,28 g/dL]. As causas de óbito mais frequentemente diagnosticadas foram Tristeza Parasitaria Bovina (TPB), diarreias e Doença Respiratória Bovina (DRB). A taxa de mortalidade entre o grupo que consumiu 10% do peso vivo de colostro foi de 3,64% e 27,78% no grupo que consumiu colostro *ad libitum*. Houve um total de quatro óbitos por TPB causada por *A. marginale* no grupo que consumiu colostro *ad libitum*, um óbito por diarreia em cada um dos grupos e um óbito por DRB no grupo que consumiu 10% do peso vivo de colostro. O presente estudo enfatiza que o manejo intervencionista no processo de colostragem é necessário para garantir a transferência de imunidade passiva em bezerros Girolando.

Palavras-chave: bovino, colostro, imunoglobulinas, proteína sérica total, recém-nascidos

PASSIVE IMMUNE TRANSFER IN GIROLANDO CALVES

Abstract

Newborn calves are agammaglobulinemic due to the synepiteliochorial placenta, which prevents the transfer of immunoglobulins from the mother to the fetus. The transfer of passive immunity (TPI) through colostrum is essential for the survival and health of calves. In this sense, the efficient colostrum intake of calves is the determining factor in the success or failure of the TPI in calves and is fundamental for the production of future dairy cows. Failure TPI diagnosed when serum IgG concentration is $< 10\text{g/L}$ and is directly related to increased mortality and morbidity rates from diseases in general, low weight gain, reduced longevity and calf health. The objective of this work was to evaluate the quality of colostrum provided to calves, to evaluate the transfer of passive immunity (TPI) through serum total protein values and to evaluate the influence of the transfer of passive immunity on average daily weight gain (ADG). Transfer of passive immunity was evaluated in 56 calves from property A, which received 10% of birth body weight by nipple bottle or with an esophageal tube feeder within first 4 hours of life and in 18 calves from property B, which received colostrum *ad libitum* by nipple bottle within first 4 hours of life. Blood samples were collected at birth, before colostrum delivery (0h), at 48 hours and at 30 days of life to evaluate the TPI. The quality of the colostrum offered to each animal was measured using an optical Brix refractometer, from milk obtained from the first milking performed shortly after calving. All animals received high quality colostrum, with indices ranging from 18 to 32% Brix, with an average of 27.44% Brix. Among the animals that received at least 10% of birth body weight in colostrum, failure to transfer passive immunity (FTPI) rate was 7.2% of the animals, while among those that received colostrum *ad libitum*, the FTPI rate was 28%. It was observed that the calves submitted to the interventionist management of colostrum feeding had a mean total serum protein at 48 hours of life of 6.49 g/dL [95% CI; 6.20 - 6.78 g/dL], while those who suckled *ad libitum* until satiety had slightly lower rates, with a mean serum protein of 5.82 g/dL [95% CI; 5.36 - 6.28 g/dL]. The most frequently diagnosed causes of death were cattle tick fever, diarrhea and bovine (BRD) respiratory disease. There were four deaths caused by *A. marginale* in the

group that consumed colostrum *ad libitum*, one death from diarrhea in each of the groups and one death from BRD in the group that consumed 10% of the live weight of colostrum. The present study emphasizes that the administration of quality colostrum in adequate quantity and time led to a higher rate of TPI success and calf health.

Keywords: bovino colostrum; immunoglobulins; total serum protein; newborns.

Introdução

Na atividade de bovinocultura leiteira, todo o corpo técnico está intensamente focado nas vacas em lactação, uma vez que essas são a principal fonte de receita da propriedade e correspondem a cerca de 46,16% dos investimentos em sistemas confinados de alta produção (Santos; Lopes, 2014). Entretanto, fêmeas de reposição serão as vacas futuras e a saúde e desempenho desses animais, por consequência, gerarão impactos na produção em médio e longo prazo. Segundo Santos e Beloni (2016), o custo de produção de uma fêmea de reposição na fase de aleitamento é de R\$ 857,43 (R\$ 14,59 por dia), e na fase de recria é de R\$ 4.300,14 ao longo de todo o período, o que representa R\$ 5,57 por dia em propriedade de alta produção e sistema confinado. Portanto, altas taxas de mortalidade nessa fase são extremamente onerosas para a viabilidade econômica nos sistemas de produção.

A morbimortalidade de bezerros é um problema constante para produtores de leite em todo o mundo, sendo os três primeiros meses essenciais para o futuro desenvolvimento (Moran, 2011). De acordo com o Sistema Nacional de Monitoramento da Saúde Animal (NAHMS) do USDA diarreia e problemas respiratórios são os principais responsáveis pela mortalidade de bezerros antes do desaleitamento (USDA, 2018). A taxa de mortalidade nessa fase considerada aceitável é de 5% (DCHA, 2020).

O principal fator de risco para a alta mortalidade de bezerros lactentes é a falha na transferência de imunidade passiva (FTIP). A prevalência média de FTIP em fazendas de leite australiana é de 36,2% de acordo com Abuelo *et al.* (2019), nos Estados Unidos após estímulos para melhorias na colostragem, as taxas de FTIP caíram de 41% em 1991 para 13% em 2014 (Lombard *et al.*, 2020).

Os bezerros nascem agamaglobulinêmicos, devido a placenta sinepiteliocorial cotiledonária, que detém o transporte de imunoglobulinas por via transplacentária (Tizard, 2014). A colostragem adequada é o único meio para adquirir imunoglobulinas por imunidade passiva além de outros diversos componentes imunológicos fundamentais para o desenvolvimento do sistema

imunológico do bezerro e manutenção da vida (Godden, Lombard, Woolums, 2019).

Produzido nas últimas semanas da gestação, o colostro é a primeira secreção da glândula mamária dos mamíferos, rico em proteínas, carboidratos, gorduras, minerais e vitaminas, além de também conter componentes imunológicos com concentrações relativamente altas em comparação com o leite (Tizard, 2014; Gomes *et al.* 2017; Ganz, 2018). Os componentes imunológicos do colostro incluem imunoglobulinas, leucócitos maternos, citocinas, fatores de crescimento e fatores antimicrobianos (Godden, Lombard, Woolums, 2019; Hammon *et al.*, 2020). As imunoglobulinas são os componentes imunológicos ativos mais estudados e de maior concentração no colostro bovino, sendo representadas por IgG, IgA e IgM. A IgG representa aproximadamente 80-90% das imunoglobulinas no colostro bovino (Ganz *et al.*, 2018; Playford; Weiser, 2021).

A transferência da imunidade passiva (TIP) nos bezerros é um ponto que deve exigir grande atenção aos produtores de leite e toda a equipe do setor de cria da propriedade, uma vez que a absorção das imunoglobulinas depende de um grande volume consumido nas primeiras 24 horas de vida dos bezerros (Godden, Lombard, Woolums, 2019). Azevedo *et al.* (2020) e a DCHA (2020) recomendam o fornecimento de colostro com volume de 10% do peso vivo do animal até duas horas após o nascimento e uma suplementação de mais 5% do peso vivo entre 6 e 8 horas após o nascimento. O atraso na colostragem entre 6 a 12 horas do nascimento reduz a transferência passiva de Igs (Fischer *et al.*, 2018).

Os pilares para uma boa transferência de imunidade passiva são baseados em 5 pontos cruciais da colostragem: a qualidade imunológica, a qualidade microbiológica, quantidade fornecida, o quão rápido é o fornecido e a quantificação de Ig sérica. A qualidade imunológica do colostro é determinada pela estimativa da concentração de imunoglobulinas, principalmente IgG, cuja concentração de imunoglobulinas recomendada deve ser superior a 50g/L, essa qualidade pode ser avaliada nas propriedades por meio de colostrômetro ou refratômetro de Brix (Godden, Lombard, Woolums, 2019, Elsohaby *et al.*, 2021). A qualidade microbiológica do colostro é extremamente importante uma vez que

a presença de bactérias patogênicas no colostro pode interferir no sucesso da TIP (McGuirk; Collins, 2004). A DCHA (2020) recomenda que seja fornecido colostro com contagem padrão em placa menor que 50.000 UFC/mL e com contagem de coliformes menos que 5.000 UFC/mL. A quantidade de colostro fornecido nas primeiras horas de vida também influencia o sucesso da TIP, recomenda-se o fornecimento de 10 a 12% do peso vivo nas primeiras 4 horas de vida (Godden; Lombard; Woolums, 2019; DCHA, 2020).

A falha ou sucesso da transferência de imunidade passiva e qualidade do colostro fornecido aos bezerros podem ser avaliados através de métodos diretos e indiretos, como imunodifusão radial (RID), ensaio de imunoabsorção enzimática (ELISA), imunoenensaio turbidimétrico (TIA), espectroscopia infravermelha, refratômetro de BRIX, refratômetro de proteínas séricas e colostrometro (Schneider; Wehrend, 2019; Elsohaby *et al.*, 2021; Ahmann; Steinhoff-Wagner; Büscher, 2021). Um colostro de boa qualidade deve ter uma concentração mínima de IgG de 50g/L e os bezerros devem ter a concentrações de proteínas séricas superiores a 5,1 g/dL e de IgG maior que 10g/L para garantirem sucesso na transferência de imunidade passiva (Souza *et al.*, 2021).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade do colostro, avaliar a TIP através dos valores séricos de proteína total sob a hipótese que animais colostrados com 10% do peso vivo apresentam melhores taxas de sucesso na TIP que animais colostrados *ad libitum* e avaliar a influência da transferência de imunidade passiva sobre o ganho de peso até o desmame em bezerras da raça Girolanda criadas em propriedades no Distrito Federal, Centro-Oeste do Brasil.

Materiais e métodos

Este experimento seguiu os princípios éticos e legais de conduta de experimentação animal da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UnB, sendo aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) desta Instituição pelo SEI nº 23106.128715/2021-86

A pesquisa foi realizada em duas propriedades comerciais do Distrito Federal na área rural de Planaltina com bezerros Girolanda, totalizando 55

bezerros (machos e fêmeas) na propriedade A e 18 (somente fêmeas) na propriedade B, no período de maio de 2022 a fevereiro de 2023. Os machos da propriedade B foram excluídos, pois estes não eram mantidos na propriedade até o desaleitamento. A escolha das propriedades buscou padronizar o nível de atenção e cuidados de manejo zootécnico e sanitário do rebanho e o aceite e apoio ao estudo pelos proprietários, propiciando o acesso aos animais por todo o período demandado pela pesquisa.

Manejo dos animais

Em ambas as propriedades participantes do estudo, somente os bezerros clinicamente saudáveis oriundos de partos sem intercorrência e acompanhados após o início da rotina das propriedades foram incluídos no estudo. Após o nascimento, os bezerros eram separados das mães e imediatamente identificados e pesados, recebiam os primeiros cuidados como secagem e a cura do umbigo realizada com iodo 10%. A primeira alíquota de sangue foi coletada antes da oferta de colostro. Na propriedade A foram acompanhados machos e fêmeas porque ambos permaneciam na propriedade e eram mantidos nas mesmas condições de manejo que as fêmeas, enquanto na propriedade B apenas as fêmeas foram acompanhadas porque os machos não permaneciam na propriedade por mais de 30 dias, impossibilitando as coletas de dados até a desmama.

Na propriedade A, os animais consumiram 10% do peso vivo em volume de colostro, via mamadeira ou sonda orogástrica flexível de fácil deglutição, com guia e limitador de peso nas primeiras quatro horas de vida em uma única refeição. Após a primeira mamada, os bezerros passavam a receber seis litros de leite *in natura*, oriundos da ordenha das vacas em lactação da propriedade, por dia. Até o 7º dia de vida eram alojados em bezerreiros coletivos com cama de areia e palha. Com 7 dias de vida, eram realocados em bezerreiro individuais de modelo argentino, onde eram aleitados com oito litros de leite *in natura* por dia e iniciado o consumo de concentrado, formulado por zootecnista contratada da propriedade (tabela 5), fornecendo 500g por dia, aumentando gradativamente até 2 kg/dia.

Tabela 5- Formulação de concentrado fornecido ao grupo de os animais consumiram 10% do peso vivo em volume de colostro

Ingredientes	Valores
Farelo de milho fino	30%
Farelo de soja	35%
Casca de soja	14%
Farelo de trigo	15%
Bovigold Prima ®	6%
Total	100%

Na propriedade B, forneceu-se colostro *ad libitum* via mamadeira até a saciedade, oferecendo-se colostro várias vezes após a primeira mamada até que os bezerros não quisessem mais mamar, nas primeiras quatro horas de vida em uma única refeição. O volume consumido foi devidamente registrado. Após a primeira mamada, os bezerros passaram a receber seis litros de leite *in natura* por dia. Até o 7º dia de vida eram alojados em bezerreiros individuais com piso de cimento e cama palha. Com 7 dias de vida foram realocados em bezerreiro individuais de modelo argentino, onde eram aleitados com seis litros de leite *in natura* dia e se iniciou o consumo de ração comercial concentrada (Capuleite Bezerro inicial®) fornecendo 500g por dia e silagem.

Para o cálculo do tamanho de amostra com uma diferença significativa entre duas proporções considerou-se que as taxas de sucesso de TIP seriam diferentes entre os dois manejos de colostragem. Por meio da ferramenta Epitools® (SERGEANT, 2022) considerou-se um nível de confiança de 95%, poder de 80% estimou-se que a diferença entre as taxas de sucesso, determinadas por um alcance de concentrações de proteínas séricas iguais ou maiores que 5,1 g/ dL nas 48 primeiras horas de vida dos animais (Lombard *et al.*, 2020), seriam frequências de 75% e 95%, supondo o índice de falha na TIP de cerca de 20% e 5% descrito Beam *et al.* (2009) e Lombard *et al.* (2020) respectivamente. Assim calculou-se que seria necessário o acompanhamento de cerca de 59 animais sob cada manejo de colostragem. Fazendo o ajuste para

o número de matrizes presentes em cada uma das propriedades, estimou-se um número igual a 55 animais, na propriedade A sob o manejo de colostragem de no mínimo 10% do peso vivo, e 34 animais na propriedade B, sob o manejo de colostragem *ad libitum*.

Procedimentos laboratoriais

As coletas de sangue dos animais incluídos no estudo ocorreram em três momentos: antes da primeira mamada (D0), após 48 horas de nascido (D2) e com 30 dias de vida (D30). As amostras de sangue foram coletadas por venopunção jugular usando agulha hipodérmica de calibre 25x0.8 em duas alíquotas: em um tubo com ácido etilenodiamino tetracético (EDTA), para pesquisa de hemoparasitas, e em um tubo sem anticoagulante para avaliação de proteína sérica total (PT).

As amostras de sangue foram transportadas para o Hospital Veterinário de Grandes Animais da Universidade de Brasília (UnB), refrigeradas em temperatura à 4°C e processadas em até cinco horas após a coleta. Os materiais sem anticoagulante foram centrifugados à 3.500rpm por 10 minutos para separação do soro em temperatura ambiente.

As avaliações hematológicas também foram realizadas no Laboratório de patologia clínica veterinária do Hospital Veterinário de Grandes Animais da UnB. Para pesquisa de hemoparasitas, foram preparados esfregaços sanguíneos corados com coloração Panótico rápido e foi utilizado microscópio com lente objetiva (100x) em imersão, para a detecção de *Anaplasma marginale* e *Babesia* spp em sangue.

A proteína sérica total (PT) foi determinada por reação com o biureto em espectrofotômetro colorimétrico semi-automático (BioPlus, BIO 2000®), utilizando-se kit comercial da Labtest®. A avaliação da falha na transferência de imunidade passiva (FTIP) foi determinada pelos níveis séricos de PT. Todos os animais foram inicialmente classificados quanto à TIP de acordo com suas taxas de proteína total em (excelente, bom, aceitável e ruim). A categoria ruim se refere àquela em que os animais apresentaram concentração de proteínas séricas totais 48 horas após o nascimento (PT2) inferior a 5,1 g/dL e foi considerada como sendo a em que houve FTIP, enquanto as categorias aceitável, boa e

excelente foram consideradas como as em que houve sucesso na transferência de imunidade passiva (STIP) (Lombard *et al.*, 2020).

A avaliação de ganho de peso foi feita por meio de medição de estimativa de massa com fita ao nascer (P0) e por três meses consecutivos durante a primeira semana de cada mês (P1, P2 e P3). A fita foi colocada ao redor da circunferência do tórax das bezerras, logo atrás dos membros anteriores e das escápulas e então esticada. O peso foi registrado diretamente da fita de acordo com a circunferência do animal (Heinrichs; Rogers; Cooper, 1992). O ganho de peso médio diário (GMD) dos animais foi calculado a partir da seguinte equação:

$$\frac{\text{peso ao desmame} - \text{peso ao nascimento}}{80 \text{ dias}} \times 1000.$$

O colostro da primeira ordenha foi obtido logo após o parto em um balde de leite higienizado de onde foram coletadas alíquotas para avaliação com uma seringa estéril. A porcentagem de sólidos do colostro foi realizada nas propriedades com auxílio de um refratômetro Brix óptico ATC®, com uma faixa de 0 a 32%.

Análise estatística

Todos os dados levantados pelo estudo foram planilhados em Excel Professional Plus 2016 (Microsoft Corporation, 2016) e posteriormente exportados para programa R, para análise estatística (RStudio 2023).

Foi realizada a análise descritiva dos valores de Brix de colostro, dos valores de proteínas séricas nos três tempos observados: T0, T2 e T30 e do ganho de peso dos animais. As quantitativas foram descritas pela média, distribuição de valores (desvio padrão ou intervalo de confiança de 95%) e representação gráfica, considerando-se cada um dos manejos de colostragem (10% do peso vivo e *ad libitum*) e os diferentes tempos de medição de PT (T0, T2 e T30) e peso (P0, P1, P2 e P3). Os resultados das medições de Brix e PT2 foram categorizados de acordo com valores de referência disponíveis na literatura para classificação e avaliação da qualidade do colostro e da TIP (DCHA, 2020; Lombard *et al.*, 2020).

A ausência de normalidade dos dados de Brix do colostro e PT2 foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, indicando a necessidade de uso de teste não-paramétrico.

Considerando a indicação de dados não paramétricos pelo teste de normalidade, as análises da correlação dos valores de Brix com os resultados PT2 e da correlação entre ganho de peso e concentração de proteínas séricas totais 48 horas após a colostragem (PT2) foram feitas pelo teste não-paramétrico de Spearman com significância $p < 0,05$.

Para análise de significância estatística entres os métodos de colostragem aplicou-se o teste não-paramétrico de Friedman com nível de significância $p \leq 0,05$. Para identificar significância estatística dos valores de PT entre os tempos de avaliação para cada método de colostragem, aplicou-se o teste de Wilcoxon pareado com a correção de Bonferroni, para comparação entre resultados de proteínas séricas totais em diferentes tempos por estabelecimento.

Foram estimadas e comparadas as taxas de STIP (animais com proteína sérica total igual ou superior a 5,1g/dL) assim como de mortalidade em entre os dois manejos de colostragem (DCHA, 2020; Lombard *et al.*, 2020). Adotou-se o nível de significância estatística de $p \leq 0,05$ para do teste de quiquadrado.

O intervalo de confiança de 95% para o percentual de STIP (p) foi calculado pela distribuição Beta, considerando-se o número de êxitos ($s = \text{PT2} \geq 5,1 \text{ g/dL}$) e o total de bezerros do experimento (n), conforme a fórmula $p = \text{Beta}(s+1, n-s+1)$.

Resultados

Amostragem

Conforme critérios de inclusão já descritos, foram somente amostrados animais hígidos acompanhados após o início da rotina das propriedades oriundos de partos sem intercorrência e que não tiveram contato com colostro da mãe antes da colostragem realizada pelos colaboradores no período de maio de 2022 a fevereiro de 2023. No total foram acompanhados 55 animais submetidos a colostragem com 10% do peso vivo de colostro e 18 animais submetidos a colostragem *ad libitum*. Os acompanhamentos dos partos na propriedade B apresentaram intercorrências devido ao número relevante de partos noturnos e em piquetes mais afastados que dificultaram o monitoramento

pela equipe de colaboradores, que impossibilitaram o alcance no número de animais pré-determinado no delineamento amostral. Assim como a não manutenção dos machos na propriedade até o desaleitamento também corroborou o não alcance do número de animais pré determinado no delineamento amostral.

Análise descritiva dos dados de qualidade do colostro

Considerando como o percentual de sólidos solúveis presentes nas amostras de colostro por meio de um refratômetro de Brix, verificou-se que os valores das 55 amostras de colostro ofertadas aos animais que consumiram 10% do peso vivo variaram entre 24% e 32% de Brix com média 27,49% de Brix e desvio padrão de 2,39. Nas 18 amostras de colostro ofertado aos animais que consumiram *ad libitum*, os valores de qualidade variaram entre 18% e 32% de Brix com média de 27,46% de Brix e desvio padrão de 3,51. No geral, apenas 5 (6,85%) das amostras de colostro obtiveram resultados abaixo dos 25% na medição de Brix, sendo uma da propriedade B e quatro da propriedade A. Nenhuma amostra teve resultado abaixo de 18%.

Considerando que os resultados das variáveis de medição de Brix e PT2 não seguiram uma distribuição normal, a análise de correlação entre elas foi feita por meio do teste não-paramétrico de Spearman, verificando-se que não houve correlação estatisticamente significativa ($p > 0,05$), não sendo possível inferir sobre uma possível relação de causalidade.

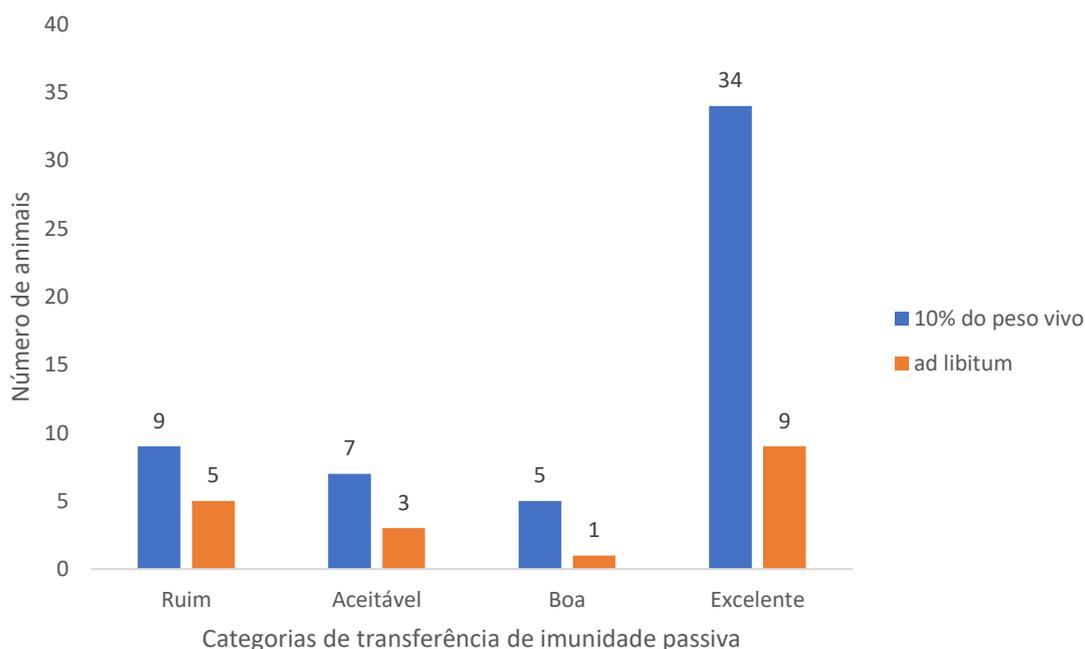
Avaliação da transferência de imunidade passiva e relação com o ganho de peso

O gráfico 1 e a tabela 6 demonstram que a maioria dos resultados de concentração de proteínas séricas totais 48 horas após a colostragem foi excelente.

Tabela 6. Frequência e percentuais em relação a valores de referência para avaliação de imunidade passiva de acordo com Azevedo *et al.* (2020). Adaptado de Lombard *et al.* (2020).

Transferência de imunidade passiva	10% do peso vivo	<i>Ad libitum</i>	Total	Percentual recomendado de bezerras em cada categoria	Valores de referência de PT (g/dL)
Excelente	34 (61,8%)	9 (50%)	43 (59%)	> 50%	≥ 6,2
Boa	5 (9,1%)	1 (5,5%)	6 (8%)	~ 30%	5,8 a 6,1
Aceitável	12(21,8%)	3 (16,7%)	15(21%)	~ 15%	5,1 a 5,7
Ruim	4 (7,2%)	5 (27,8%)	9 (12%)	< 5%	< 5,1
Total	55	18	73	-	-

Gráfico 1 Frequência de animais após a colostragem de acordo com categorias de transferência de imunidade passiva em cada estabelecimento.



As frequências de sucesso (animais com PT2 igual ou superior a 5,1g/dL) nos bezerros colostrados com 10% do peso vivo foi 92,73% enquanto nos bezerros que consumiram colostro *ad libitum* via mamadeira até a saciedade, foi de 72,22%, SENDO INDICADA UMA DIFERENÇA ESTATISTICAMENTE SIGNIFICATIVA ($P < 0,02$)

Em relação à comparação com ganho de peso, não foi possível estabelecer uma correlação com o sucesso na transferência de imunidade passiva. Mas é possível observar no gráfico 2 que o ganho de peso dos animais com STIP foi 25% superior em relação aos bezerros com FTIP. Na tabela 7, os bezerros classificados em STIP apresentaram melhores médias de GMD, quando comparados aos bezerros classificados em FTIP.

Gráfico 2. Diagrama de caixas (boxplot) dos valores de ganho de peso em relação à classificação de sucesso na transferência de imunidade passiva.

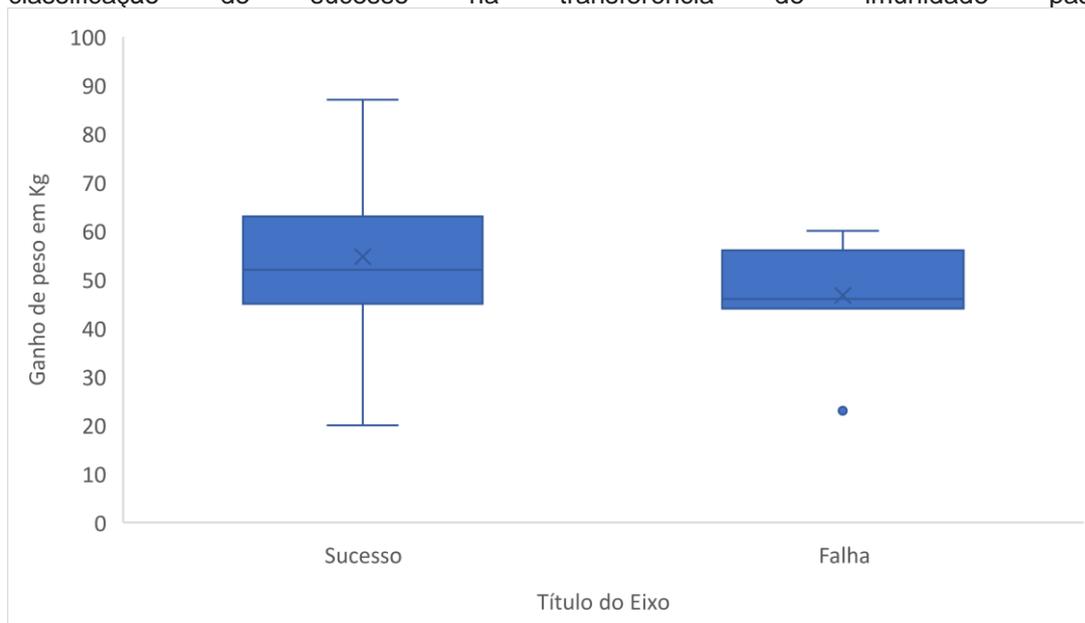


Tabela 7. Médias de média de ganho médio diário de peso (GMD) e desvio padrão de (GMD) de acordo com classificação de TIP.

Classificação	GMD médio (IC 95%) (gr)	Desvio padrão GMD (gr)
Sucesso (n = 59)	609(567-651)	164
Falha (n = 7)	518(393-646)	136

Comparação entre resultados de proteínas séricas totais (PT) dos bezerros na data da colostragem (PT0), 48 horas (PT2) após e 30 dias após (PT30).

Observou-se um aumento da PT2 em relação à PT0 e, posteriormente, uma leve redução de PT30 em relação à PT2 em ambos os manejos (gráfico 3). Na tabela 8 estão descritos os valores médios de proteínas séricas totais e os

respectivos intervalos de confiança (95%) em cada um dos tempos de medição em cada estabelecimento.

Gráfico 3. Diagramas de caixa (boxplot) das medidas de proteínas séricas totais em cada estabelecimento.

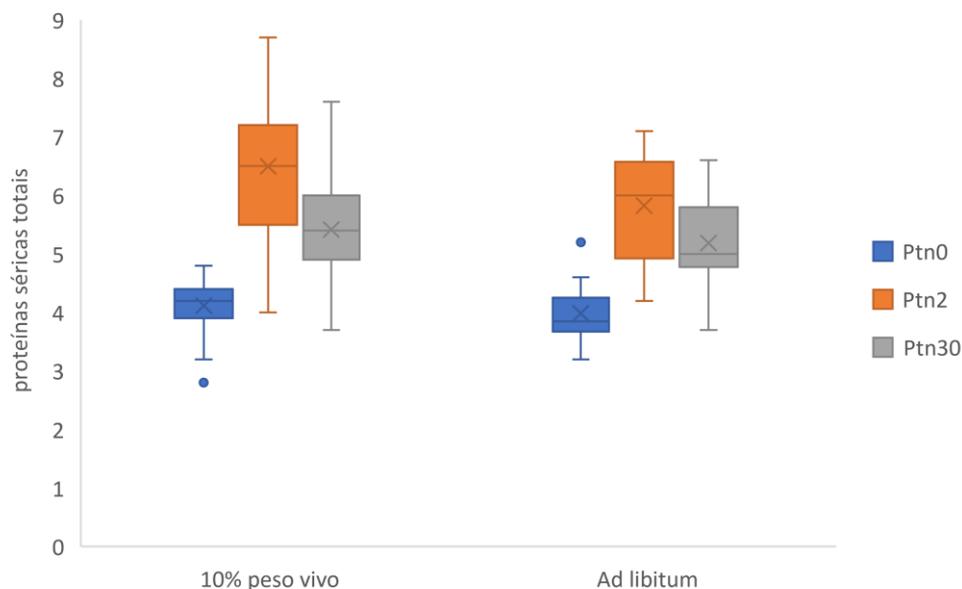


Tabela 8. Médias e intervalos de confiança de 95% das três medições de proteínas séricas totais em cada um dos estabelecimentos.

Tempos de aferição de PT	Médias (IC 95%) de valores de PT	
	10% do peso vivo	Ad libitum
PT0	4,11 (3,23 – 4,99)	3,98 (3,74 – 4,22)
PT2	6,49 (6,20 – 6,78)	5,82 (5,36 – 6,28) *
PT30	5,41 (5,20 – 5,61)	5,18 (4,76 – 5,60) *

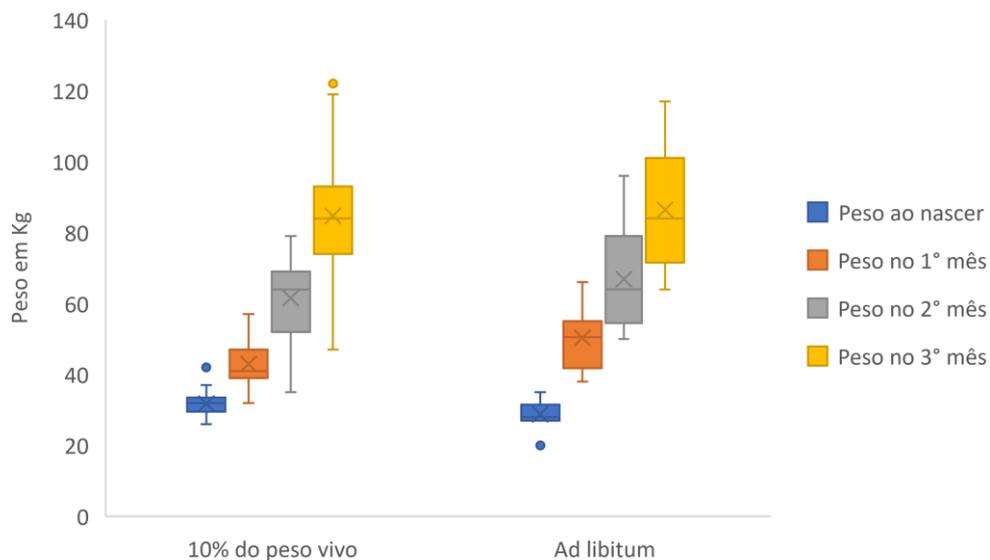
*Sem diferença estatística significativa quando comparados entre si ($p > 0,05$).

Os valores de PT em cada propriedade também não seguiram uma distribuição normal e, por isso, foram submetidos ao teste não-paramétrico de Friedman para comparação de medidas repetidas, observando-se significância estatística na diferença entre PT em ambos os manejos ($p < 0,05$). Por meio do teste de Wilcoxon pareado com correção de Bonferroni, observou-se que apenas a diferença entre PT2 e PT30 nos animais que consumiram *ad libitum* não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Nas demais comparações, a diferença foi comprovada, confirmando a relação de aumento de PT2 em relação à PT0 nos dois manejos.

Comparação entre ganho de peso e concentração de proteínas séricas totais 48 horas após a colostragem (PT)

O gráfico 4 demonstra a evolução dos pesos dos 66 bezerros que foram acompanhados até o desleitamento nos dois estabelecimentos, excluindo-se os sete animais que vieram a óbito no decorrer do experimento nas duas propriedades. Observa-se que houve ganho de peso de forma aparentemente homogênea em ambos estabelecimentos, não sendo possível sugerir diferença entre os dois tratamentos em relação à variável ganho de peso.

Gráfico 4. Diagrama de caixas (boxplot) das medidas de peso ao longo do tempo por estabelecimento.



Considerando que as variáveis PT2 e o ganho de peso apresentaram distribuição não paramétrica, a correlação entre elas foi realizada pelo teste não-paramétrico de Spearman, observando se ausência de correlação estatisticamente significativa entre si ($p \geq 0,05$).

Na tabela 9 também é possível verificar pequena diferença de valores médios entre as os manejos de colostragem, reiterando a homogeneidade na evolução do peso em todo o experimento.

Tabela 9. Medias de peso ao nascimento e ao desmama, média de ganho médio diário de peso (GMD) e desvio padrão de (GMD)

Manejo de Colostragem	Peso médio ao nascer (kg)	Peso médio ao desmame (kg)	GMD médio (gr)	Desvio padrão GMD (gr)
10% peso vivo (n = 53)	31,7	84,69	659,65	183
Ad libitum (n = 13)	28,6	86,69	721,15	187,4

Análise descritiva de pesquisa de hemoparasitas

Através da técnica de esfregaço sanguíneo, foi observada a presença de *Anaplasma marginale* na primeira coleta de sague em 9 dos 55 animais que consumiram 10% do peso vivo de colostro e em 3 dos 18 animais entre bezerros que consumiram colostro *ad libitum*. Dessa forma, 16,44% dos animais avaliados neste estudo apresentaram Tristeza Parasitária Bovina (TPB) transplacentária.

Avaliação dos óbitos

Sete animais vieram a óbito no decorrer do experimento, sendo dois que consumiram 10% do peso vivo de colostro e cinco que consumiram colostro *ad libitum* até a saciedade, conforme as categorias de transferência de imunidade passiva dispostas na tabela 10.

A taxa de mortalidade de bezerros foi de 3,64% entre que consumiram 10% do peso vivo de colostro e 27,78% entre bezerros que consumiram colostro *ad libitum* até a saciedade. As principais causas de óbito foram (TPB), diarreia e doenças respiratórias bovinas. Houve um total de quatro óbitos por TPB causada por *Anaplasma marginale* no grupo que consumiu colostro *ad libitum* até a saciedade B, um óbito por diarreia em cada um dos grupos e um óbito por doença respiratória bovina no grupo que consumiu 10% do peso vivo de colostro

A relação da categoria de TIP e mortalidade indica que bezerros sob o manejo de colostro *ad libitum* apresentaram maior número de óbitos e significância estatística ($p \geq 0,05$) enquanto não foi possível observar correlação

com significância estatística entre as categorias de TIP nos bezerros que mamaram 10% do peso vivo.

Tabela 10. Relação de óbitos de acordo com as categorias de transferência de imunidade passiva.

Manejo de Colostragem	Categorias de TIP				Total óbitos
	Ruim	Aceitável	Boa	Excelente	
10% do peso vivo	0	1	1	0	2
<i>Ad libitum</i>	2	0	0	3	5
Total	2	1	1	3	7

Discussão

A DCHA (2020) recomenda que seja fornecido aos bezerros colostro com Brix maior ou igual a 22%, valor que se refere ao ponto de corte adotado em diversos experimentos, como descreve Buczinski e Vandeweerd (2016) em estudo de revisão sistemática e meta-análise. Godden, Lombard e Woolums (2019) também recomendam o fornecimento de colostro acima de 22% de Brix, além de sugerir que 90% ou mais do rebanho esteja nessa meta. Quigley *et al.* (2013), por sua vez, utilizaram o ponto de corte de 21% de Brix para estimar amostras de colostro de qualidade (>50 g de IgG/L). Levando em consideração os pontos de corte descritos, 100% das amostras de colostro da propriedade A alcançaram um colostro de boa qualidade, considerando o valor mínimo de 24% de Brix, e 95% das amostras de colostro propriedade B apresentaram Brix acima de 22%. Na propriedade B apenas um animal obteve colostro abaixo de 21% de Brix.

Ambas as propriedades apresentaram resultados de qualidade de colostro melhores que os observados por Bartier, Windeyer e Doepel (2015) em um estudo realizado em 13 fazendas na província de Alberta, Canadá, onde 34,5% das 569 amostras estavam abaixo de 23%. Por outro lado, corroborando o observado em uma das propriedades de estudo de De Paula *et al.* (2019), na qual todas as amostras apresentaram valores maiores que 21% de Brix. Na pesquisa de Thu Hang *et al.* (2017), que avaliou a qualidade de colostro em 80

vacas na província de Dong Nai, no sul do Vietnã, 91% das vacas produziram colostro de qualidade acima de 22% de Brix. Utilizando o ponto de corte de 22% ou 25% de Brix, constatou-se que a qualidade do colostro nas duas propriedades foi em geral excelente.

Bartier, Windeyer e Doepel (2015) não descrevem a raça dos animais do estudo, mas os animais de De Paula *et al.* (2019) eram de raça holandesa, enquanto os avaliados por Thu Hang *et al.* (2017) eram mestiças (Holandês-Sindi). Soares Filho (2000) descreve que os valores médios de IgG colostrais de vacas mestiças Holandês-zebu em diversos graus foram muito superiores ao descritos em animais de raça taurina pura. Silper *et al.* (2012) também relatam que a concentração média de imunoglobulinas (Ig) do colostro de animais mestiços Holandês-zebu observada foi superior à média relatada para as raças Holandesa e Jersey. Esses estudos voltados para a qualidade do colostro de animais Holandês-zebu confirmam a excelente qualidade do colostro de animais da mesma raça dos observados no presente experimento quando comparada com padrões de qualidade encontrados em estudos de qualidade de colostro com animais da raça Holandês. Conforme descrito por Buczinski *et al.* (2018), o ponto de corte para determinar níveis de proteína sérica para uma transferência de imunidade aceitável varia entre 5, 5,2 e 5,5 g/dL. A DCHA (2020), Azevedo *et al.* (2020) e Lombard *et al.* (2020) recomendam um padrão de avaliação da transferência de imunidade passiva com quatro categorias para diferentes métodos (concentração de IgG, concentração de proteína sérica total e refratômetro de Brix) e também recomendam o percentual de bezerros em cada categoria. No presente estudo, considerando-se o valor de proteína sérica total abaixo de 5,1 g/dL como ponto de corte e as quatro categorias seguintes: excelente, bom, aceitável e ruim, estando, portanto, conforme às referências disponíveis na literatura indicada

Em relação ao percentual de animais separados por categoria, observou-se que os bezerros que consumiram 10% do peso vivo apresentaram porcentagens próximas ao recomendado pela DCHA (2020), Lombard *et al.* (2020) e Azevedo *et al.* (2020). Apenas a categoria boa com percentual 10,71% encontra-se abaixo do recomendado (quase 20% abaixo).

Os bezerros que consumiram 10% do peso vivo apresentaram 7,2% dos bezerros na categoria ruim, próximo aos 5,6% observados por Crannell e Abuelo (2023), indicando que a colostragem com volume de 10% do peso vivo dos bezerros até quatro horas após o parto não foi ideal, porém considera-se satisfatória. Uma vez que esse percentual está próximo aos resultados esperados por Lombard *et al.* (2020) e Azevedo *et al.* (2020).

Por sua vez, as bezerras que consumiram colostro *ad libitum* apresentaram porcentagens inferiores ao recomendado nas categorias bom com 5,5% dos animais (quase 25% abaixo do recomendado) e superior ao máximo recomendado para a categoria ruim com 27,8% dos animais (quase 20% a mais do recomendado). Esses números demonstram que o fornecimento de colostro *ad libitum* até a saciedade mesmo quatro horas após o parto pode não garantir o STIP esperado.

Os animais que consumiram 10% do peso vivo de colostro pesaram em média 31,7 kg e consumiram em média 3,5 litros de colostro. Lombard *et al.* (2020) relatam que 251 animais que consumiram colostro de boa qualidade (média de 3,3 litros) em mamada única até duas horas apresentaram melhor média de concentração de IgG sérico (32,0 g/L) proporcionalmente em relação a bezerros que receberam mamadas múltiplas de colostro de boa qualidade (média de 5,3 litros) com primeira mamada 2,8 horas após o parto, apresentando média de concentração de IgG sérico de 33,9 g/L. Osaka; Matsui e Terada (2014) observaram que animais que consumiram pelo menos 3L de colostro de boa qualidade em mamada única apresentaram média de concentração de IgG sérico igual a 26,8 mg/mL. Esses achados corroboram com a hipótese que o fornecimento de 10% peso vivo de colostro nas primeiras quatro horas de vida em uma única refeição é capaz de proporcionar uma TIP excelente aos bezerros.

No experimento não foi possível observar correlação entre a qualidade do colostro e os valores de proteínas séricas nas 48 horas de vida dos bezerros, provavelmente devido às condições homogêneas dos valores de Brix dos colostros fornecidos, não havendo tamanho amostral suficiente de colostro considerado ruim para comparação e análise estatística. No entanto, foi possível reforçar a premissa de que a associação de colostro de qualidade com volume adequado é extremamente necessária para alcançar a TIP adequada, uma vez

que os bezerros que consumiram colostro *ad libitum* pesaram em média 28,6kg e ao nascer e consumiram em média 2,05 litros de colostro de boa qualidade (7,2% do peso vivo médio). O volume abaixo dos 10% do peso vivo proporcionou maior porcentagem de animais na categoria ruim de TIP. Isso vai ao encontro com Shivley *et al.* (2018) onde 58,8% dos 197 animais com FTIP receberam volume de colostro abaixo do recomendado e também com Conneely *et al.* (2014) que relataram que bezerros alimentados com 8,5% do peso corporal em colostro dentro de duas horas após o nascimento alcançaram maior concentração de IgG no soro do que bezerros alimentados com 7% do peso corporal.

É possível observar a elevação de valores de proteínas séricas totais (PT) com 48 horas de vida em relação à antes de consumo de colostro (PT0) em ambos manejos de colostragem devido a absorção das imunoglobulinas. As médias de PT0 em ambos manejos de colostragem estão próximas aos valores encontrados por Feitosa *et al.* (2001) em animais da raça holandesa.

A média de PT2 nos bezerros que consumiram 10% do peso vivo de colostro é próxima as médias observadas por Leal *et al.* (2003), Costa *et al.* (2007) e Vettorato *et al.* (2013) em bezerros da raça holandesa entre 24 e 36 horas, enquanto a média de PT2 nos bezerros que consumiram colostro *ad libitum* se encontra mais distante das observadas pelos mesmos autores, provavelmente devido ao baixo volume de colostro consumido por esses bezerros nas primeiras horas de vida.

Ao comparar os valores de PT2 e PT30 nos bezerros que consumiram 10% do peso vivo de colostro, é possível observar diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$), fato que não pode ser observado nos mesmos tempos nas bezerras que consumiram colostro *ad libitum* ($p > 0,05$), indicando que a concentração de PT apresentou queda considerável 30 dias após a colostragem nos bezerros que consumiram 10% do peso vivo de colostro e se manteve sem diferença significativa nos que consumiram colostro *ad libitum*. Uma das explicações poderia ser a maior concentração média atingida de PT2 no manejo de 10% do peso vivo em relação ao manejo *ad libitum*, o que permite a identificação de queda de imunidade posterior com maior facilidade.

Os valores das diferenças decrescentes entre as médias de PT2 e PT30 foram próximos aos encontrados por Feitosa *et al.* (2001), Leal *et al.* (2003) e Vettorato *et al.* (2013). A queda gradativa de PT30 em relação à PT2 se justifica pela meia-vida curta das imunoglobulinas colostrais, que de 16 a 28 dias são degradadas ou utilizadas como defesa imunológica dos bezerros neonatos, uma vez que a produção de anticorpos próprios se inicia após a quarta semana de vida. (Chase, Hurley, Reber, 2008, Tizard, 2014, Schade *et al.* 2016). No manejo intensivo das propriedades produtoras de leite, ocorre maior pressão sob os bezerros em relação à exposição de patógenos, o que acentua essa queda em relação a animais criados em outros sistemas (Vettorato, *et al.*, 2013).

O peso médio ao nascer dos bezerros que consumiram 10% do peso vivo de colostro foi de 31,7Kg e o peso médio ao desmame foi de 84,69kg. Nos bezerros que consumiram colostro *ad libitum* foram respectivamente, 28,6 e 86,46Kg. Apesar do maior ganho de peso observado nos bezerros que consumiram colostro *ad libitum*, não foi possível avaliar influência da transferência de imunidade passiva na saúde das bezerras, pois não foi observada correlação com significância estatística entre os valores de proteína séricas totais e o ganho de peso dos animais, tanto nas categorias recomendadas por Lombard *et al.* (2020) quanto em padrão dicotômico de TIP.

Em contrapartida, Sutter *et al.* (2023) comparou a saúde, ganho de peso médio diário e mortalidade de 3.434 bezerros, considerando as categorias propostas de TIP por Lombard *et al.* (2020), e observou que bezerros com status mais alto de TIP apresentaram menores riscos de pneumonia e morbidade geral, bem como menores taxas de mortalidade durante o período de pré-desmame e bezerros com TIP bom ou excelente tiveram GMD maior. Isso corrobora a necessidade de mais estudos populacionais de animais girando nas categorias de TIP proposta por Lombard *et al.* (2020).

A taxa de mortalidade entre os bezerros que consumiram 10% do peso vivo de colostro foi de 3,63 %, próximo aos 5% que descrevem Urie *et al.* (2018b) para bezerros até 30 dias, porém um bezerro morreu após 60 dias. Esse percentual ainda é acima do valor de 3% recomendado pela DHCA (2020) para os primeiros 60 dias de vida, mas próximo ao valor de 5% recomendando até 120 dias. O estudo brasileiro realizado por Fruscalso *et al.* (2020) encontrou

8,5% de taxa de mortalidade descrito em propriedades leiteiras no Rio Grande do Sul.

Entre bezerros que consumiram colostro ad libitum, a taxa de mortalidade foi de 27,78%, sendo considerada não aceitável de acordo com DCHA (2020) que recomenda taxa de 5% nos primeiros 120 dias. Dois animais dos cinco óbitos apresentaram FTIP, ambos com óbito decorrente de TPB. A maioria dos estudos relata que a principal causa de morte em bezerras é provocada por diarreias e doença respiratória bovina, (Donovan *et al.*, 1998, Windeyer *et al.*, 2014, Urie, *et al.*, 2018b). A TPB é considerada uma das doenças que mais acomete bezerros no Brasil juntamente com diarreias e doença respiratória bovina (Azevedo *et al.* 2022). Silva *et al.* (2007) conclui que em ambientes com alta infestação de agentes transmissores, pode ocorrer mortalidade e alta morbidade de bezerros decorrente de TPB, mesmo no período de proteção por anticorpos colostrais, como o observado no presente estudo. Supõe-se que foi constatado maior número de óbitos por TPB, provavelmente porque trata-se de uma doença endêmica no Brasil (Gonçalves, 2000, Silva *et al.* 2021).

Em relação aos óbitos, entre os bezerros que consumiram 10% do peso vivo em colostros apresentaram dois óbitos dentro da categoria de STIP, sendo um classificado na categoria aceitável e um na categoria boa, de acordo com a classificação de Azevedo *et al.* (2020). As causas dos óbitos foram diarreia e doença respiratória bovina. No grupo de bezerros que consumiram colostro *ad libitum*, foram observados cinco óbitos, sendo dois classificados na categoria ruim e três na excelente, de acordo com Azevedo *et al.* (2020), tendo diarreia e TPB como causas.

Na relação FTIP e mortalidade não foi observado significância estatística entre os bezerros que consumiram 10% do peso vivo de colostro, mas já é possível observar significância estatística para $p \geq 0,05$ nessa relação entre os bezerros que consumiram colostro ad libitum. Indicando que populações com maior taxa de FTIP tem maior risco de morte nos primeiros 90 dias. Isso concorda com Donovan *et al.* (1998) e Windeyer *et al.* (2014) que afirmam que a TIP contribui significativamente para a incidência de mortalidade nos bezerros.

Urie *et al.* (2018) sugerem que a proteína sérica total $\geq 5,4\text{g/L}$ ajuda a reduzir a mortalidade e morbidade nos bezerros, porém todos os óbitos entre os

bezerros que consumiram 10% do peso de colostro estavam com proteínas séricas acima de 5,4g/L nas 48 horas de vida. Isso indica que a causa da morte provavelmente não foi decorrente FTIP, mas sim do grande desafio que o ambiente de propriedades intensivas produtoras de leite gera aos bezerros. Mas também pode ajudar a prevenir morbidade e mortalidade, uma vez esse manejo apresentou menor taxa de mortalidade comparativamente.

Durante o estudo, foram observados nove dos 55 bezerros que consumiram 10% do peso de colostro e três dos 18 bezerros que consumiram colostro *ad libitum* com presença de *Anaplasma marginale* na primeira coleta de sague, pela técnica de esfregaço sanguíneo sugerindo transmissão vertical. Meneses (2013), em estudo realizado com 30 animais em uma propriedade próxima a Belo Horizonte, identificou, por PCR, 10% de animais com transmissão transplacentária de *A. marginale*. No presente estudo, observou-se porcentagem maior pelo esfregaço sanguíneo.

Costa *et al.* (2016) relataram, em estudo realizado no sul da Bahia, a transmissão vertical de *A. marginale* em 15 de 60 bezerros que receberam diagnóstico positivo por métodos moleculares, sendo que três de 60 animais identificados por esfregaço apresentaram sintomas, enquanto os demais bezerros positivos eram assintomáticos, semelhantes ao observado no presente experimento. É possível que caso tivesse sido utilizados métodos diagnósticos moleculares como no referido estudo, os índices de TPB vertical teriam sido maiores que o observado por Costa *et al.* (2016).

Os óbitos por TPB entre animais que consumiram *colostro ad libitum* ocorreram no primeiro mês de vida. Esses animais não apresentaram *A. marginale* na primeira e na segunda coletas de sangue, pela técnica de esfregaço. Suspeita-se que tenham sido infectados pela transmissão mecânica por moscas hematófagas, devido à proximidade dos animais no bezerreiro argentino, corroborando o descrito por Bahia *et al.* (2021) que observaram que bezerros expostos a vetores mais cedo apresentam infecção primária precocemente.

Conclusão

Todas as amostras de colostro do estudo apresentaram excelente qualidade, o que conferiu aos neonatos os nutrientes e fatores imunes necessários para sua proteção e bom desenvolvimento.

São necessários mais estudos para a criação de um referencial de qualidade de colostro para vacas Girolando e também para a criação de um referencial de volume de colostro que confira TIP de qualidade para os bezerros Girolando. Buscando parâmetros específicos para o rebanho leiteiro brasileiro, que é composto em sua maioria por vacas mestiças Holandes-zebu.

Conclui-se que animais colostrados com 10% do peso vivo apresentaram melhores resultados nas concentrações de proteínas séricas e menor taxa de mortalidade em relação aos que consumiram *ad libitum*. Reforçando a importância do fornecimento de quantidade de adequada de imunoglobulinas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMANN, J.; STEINHOFF-WAGNER, J.; BÜSCHER, W. Determining Immunoglobulin Content of Bovine Colostrum and Factors Affecting the Outcome: A Review. **Animals**, [s. l.], v. 11, n. 12, p. 3587, Dec. 2021. DOI: 10.3390/ani11123587.

AZEVEDO, R. A. *et al.* Padrao ouro de criação de bezerras leiteiras. 2020. DOI: 10.26626/978-65-5668-009-5.2020B0001. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1146963>. Acesso em 12 may 2023.

AZEVEDO, R. A. *et al.* Criação de bezerros no Brasil. *In: Caderno de Técnicos de Veterinária e Zootecnia. Principais doenças na criação de bezerros leiteiros.* Belo Horizonte, Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, FEP MVZ Editora, ISSN 1676-6024, v. 102 p. 9-15, May 2022. Disponível em: <https://www.vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/cteletronico%20102.pdf>.

BAHIA, M. *et al.* Genetic diversity of *Anaplasma marginale* in calves with anaplasmosis on farms in Minas Gerais, Brazil. **Ticks and tick-borne diseases** [s. l.], v. 12, n. 1, 101552. Jan 2021). DOI: [10.1016/j.ttbdis.2020.101552](https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2020.101552)

BARTIER, A. L., WINDEYER, M. C., DOEPEL, L. Evaluation of on-farm tools for colostrum quality measurement. **Journal of dairy science**, [s. l.], v. 98, n. 3, p. 1878–1884, Mar, 2015. DOI: 10.3168/jds.2014-8415

BUCZINSKI, S., VANDEWEERD, J. M. Diagnostic accuracy of refractometry for assessing bovine colostrum quality: A systematic review and meta-analysis. **Journal of dairy science**, [s. l.], v. 99, n. 9, p.7381-7394, Sep. 2016. DOI: [10.3168/jds.2016-10955](https://doi.org/10.3168/jds.2016-10955)

BUCZINSKI, S. *et al.* Systematic Review and Meta-Analysis of Diagnostic Accuracy of Serum Refractometry and Brix Refractometry for the Diagnosis of Inadequate Transfer of Passive Immunity in Calves. **Journal of veterinary internal medicine**, [s.l.], v. 32, n. 1, p. 474-483, Jan- Feb. 2018. Doi:10.1111/jvim.14893.

CHASE, C. C., HURLEY, D. J., & REBER, A. J. Neonatal immune development in the calf and its impact on vaccine response. **The Veterinary clinics of North America. Food animal practice**, [s.l.], n.24, v. 1, p. 87–104, Mar. 2008. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.11.001>.

CONNELLY, M. *et al.* 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**, [s.l.], v. 97, n. 11, p. 6991–7000, Nov. 2014. DOI: 10.3168/jds.2013-7494

COSTA, J. N. *et al.* Proteinograma sérico de bezerras da raça Holandesa do nascimento aos 150 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção**

Animal, Salvador, v. 8, n. 4, p. 267-275, 2007. Disponível em <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/1929>.

COSTA, S. C. *et al.* Transplacental transmission of bovine tick-borne pathogens: Frequency, co-infections and fatal neonatal anaplasmosis in a region of enzootic stability in the northeast of Brazil. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 7, n. 2, p. 270–275, Mar. 2016. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2015.11.001

CRANNELL, P., ABUELO, A. Comparison of calf morbidity, mortality, and future performance across categories of passive immunity: A retrospective cohort study in a dairy herd. **Journal of dairy Science** [s.l.], v. 106, n. 4, p. 2729-2738, Apr. 2023. DOI: 10.3168/jds.2022-22567.

DAIRY CALF & HEIFER ASSOCIATION GOLD STANDARDS. 3. ed. **Performance and production standards for dairy calves and heifers, from birth to freshening**. New Prague: DCHA, ©2019. Disponível em: https://calfandheifer.org/wp-content/uploads/2020/09/DCHA_GoldStandards_2020_En_WEB-final.pdf

DE PAULA, M.R. *et al.* Transferência de imunidade passiva em bezerras leiteiras com consumo adicional de imunoglobulinas via suplemento de colostro: efeito na saúde e no desempenho. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 20, p. e0242019, May, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-9940200242019>

DONOVAN, G. A. *et al.* Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. **Preventive veterinary medicine**, [s. l.], v. 34, n. 1, p.31-46, Fev 1998. DOI: 10.1016/s0167-5877(97)00060-3.

DOS SANTOS, G.; BELONI, T. Custo de produção de bezerras e novilhas leiteiras – Um estudo de caso. **Revista IPecege**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 29–39, 2016. DOI: 10.22167/r.ipecege.2016.1.29

ELSOHABY, I. *et al.* Accuracy of direct and indirect methods for assessing bovine colostrum quality using a latent class model fit within a Bayesian framework. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 104, n. 4, p. 4703–4714, Apr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19231>.

FEITOSA, F. L. F. *et al.* Proteinograma sérico de bezerros holandeses do nascimento até um ano de vida. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 8, n. 2, p. 105-108, May/ Aug 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2015.224>

FISCHER, A. J. *et al.* Effect of delaying colostrum feeding on passive transfer and intestinal bacterial colonization in neonatal male Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 101, n. 4, p. 3099–3109, Apr. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13397>

FRUSCALSO, V.; OLMOS, G.; HÖTZEL, M. J. Dairy calves' mortality survey and associated management practices in smallholding, pasture-based herds in southern Brazil. **Preventive Veterinary Medicine**, [s. l.], v. 175, p. 104835, Feb. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104835>.

GANZ, S. *et al.* Inhaltsstoffe des bovinen Kolostrums: eine Übersicht = Substances in the bovine colostrum: a survey. **Tierärztliche Praxis. Ausgabe G**,

Grosstiere/Nutztiere, [s. l.], v. 46, n. 3, p. 178–189, June 2018. DOI: <https://doi.org/10.15653/TPG-180144>

GODDEN, S. M.; LOMBARD, J. E.; WOOLUMS, A. R. Colostrum Management for Dairy Calves. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 535–556, 2019. DOI: 10.1016/j.cvfa.2019.07.005.

GOMES, V. *et al* Colostro bovino: muito além das imunoglobulinas. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, v. 15, supl. 2, p. 99-108, Aug. 2017. DOI: <https://doi.org/10.7213/academica.15.S02.2017.A10>.

GONÇALVES, P.M. Epidemiologia e controle de tristeza parasitária bovina na região sudeste do Brasil. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 187-194, Jan, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000100030>.

HAMMON, H. *et al*. Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves. **Animals** [s.l.], v. 14, n. 1, p. 133- 143, Mar. 2020. DOI: [10.1017/S1751731119003148](https://doi.org/10.1017/S1751731119003148).

HEINRICHS, A.J; ROGERS, G. W.; COOPER, J.B. Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.3576-3581, Dez. 1992. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)78134-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78134-X)

LEAL, M. L. do R. *et al*. Proteinograma sérico de bezerras saudáveis, da raça holandesa, no primeiro mês pós-nascimento. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, n. 2, p138-145, Jan. 2003. DOI: 10.1590/S1413-95962003000200008.

LOMBARD, J. *et al*. Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. **Journal of dairy science**, v. 103, n. 8, p 7611–7624 Aug. 2020. DOI:10.3168/jds.2019-17955.

MCGUIRK, S. M.; COLLINS, M. Managing the production, storage, and delivery of colostrum. **The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Madison, v. 20, n. 3, p. 593–603, Nov. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.005>.

MENESES, R. M. **Isolamento e caracterização molecular de *Anaplasma marginale* de origem congênita e avaliação da virulência em bezerros experimentalmente infectados**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/SMOC-9PAP6J?mode=full>.

MORAN, J. Factors Affecting High Mortality Rates of Dairy Replacement Calves and Heifers in the Tropics and Strategies for Their Reduction **Animal Bioscience**, [s. l.], v.24, n. 9, p. 1318-1328, Aug 2011. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11099>.

OSAKA, I.; MATSUI, Y.; TERADA, F. Effect of the mass of immunoglobulin (Ig)G intake and age at first colostrum feeding on serum IgG concentration in Holstein

calves. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 97, n. 10, p. 6608-6612, Oct. 2014. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7571>.

PLAYFORD, R. J., WEISER, M. J. Bovine Colostrum: Its Constituents and Uses. **Nutrients**[s.l.], v. 13, n.1, p. 265. Jan 2021. DOI: [10.3390/nu13010265](https://doi.org/10.3390/nu13010265)

QUIGLEY, J. D. *et al.* Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 96, n. 2, p. 1148-1155, Feb. 2013. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5823>.

SANTOS, G., LOPES, M.A. Indicadores econômicos de sistemas de produção de leite em confinamento total com alto volume de produção diária. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia-Go, v. 15, n.13, p. 239 a 249, July 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v15i314045>.

SCHADE, J. *et al.* Transferência de imunidade passiva e proteinograma sérico de bezerros das raças Crioula Lageana variedade Mocha e Aberdeen Angus (Red Angus) nos primeiros seis meses de vida. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, supl. 1, p. 33- 40, Jun 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016001300005>.

SCHNEIDER, F., WEHREND, A. Qualitätsbeurteilung von bovinen und equinen Kolostrum – Eine Übersicht [Quality Assessment of Bovine and Equine Colostrum - An Overview]. **Schweiz Arch Tierheilkd.** [s. l.]; v. 161, n. 5, p.287-297, May 2019. DOI: [10.17236/sat00205](https://doi.org/10.17236/sat00205)

SERGEANT, ESG, 2022. Epitools epidemiological calculators. **Ausvet Pty Ltd.** Disponível em: <https://epitools.ausvet.com.au/>.

SHIVLEY, C. B. *et al.* Preweaned heifer management on US dairy operations: Part II. Factors associated with colostrum quality and passive transfer status of dairy heifer calves. **Journal of dairy science**, [s. l.], v.101, n. 10, p. 9185–9198, Out 2018. DOI: [10.3168/jds.2017-14008](https://doi.org/10.3168/jds.2017-14008).

SILPER, B.F. *et al.* Avaliação da qualidade de colostro e transferencia de imunidade passiva em animais mestiços de Holandes Zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 2, p. 281-285, Apr. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000200005>

SILVA, R. A. D. *et al.* Infecção natural por hemoparasitos em bezerros submetidos a quimioprofilaxia aos 30 dias de idade. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 16, n. 3, p. 163-165, Sep. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612007000300010>.

SILVA T. F. *et al.* Tristeza Parasitária Bovina- Revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n.1, Jan. 2021. DOI: [10.33448/rsd-v10i1.11631](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11631)

SOARES FILHO, P. M, Determinação de imunoglobulinas G, inibidores de tripsina e lactoferrina em colostro de vacasmestiças holandês-zebu. 2000. 49F. Dissertação (mestrado em Medicina Veterinária- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2000.

SOUZA, R. S. de *et al.* Current Diagnostic Methods for Assessing Transfer of Passive Immunity in Calves and Possible Improvements: A Literature Review. **Animals**, v. 11, n. 10, p. 2963, Oct. 2021. DOI: 10.3390/ani11102963.

SUTTER F. *et al.* Association between transfer of passive immunity, health, and performance of female dairy calves from birth to weaning. **Journal of dairy science**, [s. l.], S0022-0302(23)00431-9, July, 2023. DOI: [10.3168/jds.2022-22448](https://doi.org/10.3168/jds.2022-22448)

USDA. 2018. Dairy 2014, Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations, 2014. Disponível em: https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy14/Dairy14_dr_PartIII.pdf acessado em 15 may 2023

TIZARD, I. R., *Imunologia Veterinária: uma Introdução*. 9 ed. Rio de Janeiro: Saunders Elsevier, 2014.

THU HANG B. P., DICKSVED, J., SJAUNJA, K. S., WREDLE, E. Colostrum quality, IgG absorption and daily weight gain of calves in small-scale dairy production systems in Southern Vietnam. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, n. 6, p. 1143-1147, Aug 2017. DOI: 10.1007/s11250-017-1308-6.

URIE, N. J. *et al.* Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 10, p. 9229–9244, Oct, 2018. DOI: 10.3168/jds.2017-14019.

VETTORATO, E. D. *et al.* Variação de proteínas séricas em bezerros das raças nelore e holandesa do nascimento até os seis meses de vida. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, Supl. 2, p. 3181–3190 Feb, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n6Supl2p3181>.

WINDEYER, M. C. *et al.* Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. **Preventive veterinary medicine** v. 113, n. 2, p: 231-40, Feb 2014. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2013.10.019.