pubvet
MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
ISSN 1982-1263
https://doi.org/10.31533/pubvet.v20n10e2015

Peso ao nascer e estação de nascimento como determinantes da anaplasmose clínica em bezerras leiteiras: um estudo de coorte histórica no Nordeste do Brasil

Lucas de Holanda[1], Anselmo Domingos Ferreira Santos[1], Edisio Azevedo, Marcelli Oliveira[2], Anne Maressa Oliveira Farias[1]

[1]*Universidade Federal de Sergipe, Brasil*
[2]*Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil*
**Autor para correspondência, e-mail: lucasmfsilva2019@gmail.com*

Resumo. A anaplasmose bovina é uma das principais causas de perdas sanitárias em rebanhos leiteiros de regiões tropicais; entretanto, os determinantes da doença clínica em bezerras ainda são pouco caracterizados em condições de campo. Este estudo de coorte histórica avaliou a ocorrência de anaplasmose clínica e seus fatores associados em 179 bezerras leiteiras nascidas entre maio de 2025 e maio de 2026 em uma propriedade comercial localizada no Agreste sergipano, Brasil. Os animais foram acompanhados desde o nascimento até o término do período de observação, e os episódios clínicos foram confirmados por meio de esfregaço sanguíneo. O tempo até o primeiro episódio foi analisado por regressão de Cox, enquanto os episódios recorrentes foram avaliados pelo modelo de Andersen-Gill, com estimativa robusta dos erros-padrão. Noventa e oito bezerras (54,7%) apresentaram pelo menos um episódio, totalizando 178 episódios clínicos. A premissa de riscos proporcionais foi violada para o peso ao nascer, sendo seu efeito estimado separadamente por período. Até os 120 dias de idade, cada quilograma adicional ao nascer reduziu em 8,5% o risco de anaplasmose clínica (HR = 0,915; IC95%: 0,863–0,969; $P = 0,003$), efeito que não foi observado após essa idade (HR = 1,04; IC95%: 0,98–1,12; $P = 0,210$). O nascimento na primavera esteve associado a maior risco, concentrado após os 120 dias de vida (HR = 4,38; IC95%: 1,74–10,99; $P = 0,002$), período em que os animais atingem o pico sazonal de ocorrência observado em abril. As variáveis relacionadas à transferência de imunidade passiva não se associaram ao desfecho, possivelmente em razão da baixa variabilidade do manejo colostral. Conclui-se que o peso ao nascer e a estação de nascimento exercem influência em diferentes janelas etárias, sugerindo que estratégias de vigilância devem priorizar bezerras com menor peso ao nascer durante o período pré-desmame e intensificar o controle de vetores nos lotes que atingem a idade de maior suscetibilidade durante o outono.

Palavras-chave: Análise de sobrevivência, *Anaplasma marginale,* bovinocultura leiteira, peso ao nascer, sazonalidade.

Birth weight and season of birth as determinants of clinical anaplasmosis in dairy heifer calves: A historical cohort study in northeastern Brazil

Abstract. Bovine anaplasmosis is one of the leading causes of health-related losses in dairy herds in tropical regions; however, the determinants of clinical disease in dairy heifer calves remain poorly characterized under field conditions. This historical cohort study evaluated the occurrence of clinical anaplasmosis and its associated factors in 179 dairy heifer calves born on a commercial farm located in the Agreste region of Sergipe, Brazil, between May

2025 and May 2026. The animals were followed from birth until the end of the observation period, and clinical episodes were confirmed by blood smear examination. Time to the first episode was analyzed using the Cox proportional hazards model, whereas recurrent episodes were evaluated using the Andersen–Gill model with robust standard error estimates. Ninety-eight heifer calves (54.7%) experienced at least one episode, totaling 178 clinical episodes. The proportional hazards assumption was violated for birth weight, and its effect was therefore estimated separately by time period. Up to 120 days of age, each additional kilogram of birth weight reduced the risk of clinical anaplasmosis by 8.5% (HR = 0.915; 95% CI: 0.863–0.969; P = 0.003), whereas no significant effect was observed thereafter (HR = 1.04; 95% CI: 0.98–1.12; P = 0.210). Birth during spring was associated with a higher risk, concentrated after 120 days of age (HR = 4.38; 95% CI: 1.74–10.99; P = 0.002), corresponding to the period when animals reached the seasonal peak of disease occurrence observed in April. Variables related to passive transfer of immunity were not associated with the outcome, possibly because of the low variability in colostrum management practices. In conclusion, birth weight and season of birth influence susceptibility during distinct age windows, suggesting that surveillance strategies should prioritize calves with lower birth weight during the pre-weaning period and intensify vector control in groups reaching the age of greatest susceptibility during autumn.

Keywords: Survival analysis, *Anaplasma marginale*, dairy cattle, birth weight, seasonality.

Introdução

A tristeza parasitária bovina (TPB), causada por agentes dos gêneros Anaplasma e Babesia, constitui uma das principais limitações sanitárias da bovinocultura em regiões tropicais e subtropicais, sendo responsável por mortalidade, redução da produção de leite, prejuízos reprodutivos e aumento dos custos com tratamento (Dierings & Wilmsen, 2021; Ierardi, 2025; Kikugawa, 2009; Kocan et al., 2010; Silva & Pereira, 2022; Silva et al., 2021). Entre os agentes envolvidos, *Anaplasma marginale* destaca-se pelo expressivo impacto econômico em escala mundial (Kocan et al., 2010; Marana et al., 2009). Trata-se de uma bactéria Gram-negativa intracelular obrigatória que infecta eritrócitos bovinos, promovendo sua destruição pelo sistema fagocítico mononuclear e resultando em anemia hemolítica progressiva (Aubry & Geale, 2011; Kocan et al., 2003).

A transmissão ocorre principalmente por meio do carrapato *Rhipicephalus microplus*, mas também pode ocorrer por via mecânica, por intermédio de dípteros hematófagos e fômites perfurocortantes, além da via transplacentária (Kessler, 2001; Kocan et al., 2010; Marini et al., 2010; Mendes et al., 2019; Reinbold et al., 2010). Essa diversidade de vias de transmissão faz com que a pressão de infecção em rebanhos endêmicos seja contínua e fortemente influenciada por fatores climáticos que regulam a dinâmica populacional dos vetores (Dierings & Wilmsen, 2021; Kikugawa, 2009; Marques et al., 2020; Silva et al., 2021).

O conceito de estabilidade enzoótica é fundamental para compreender a expressão clínica da doença. Em rebanhos considerados estáveis, a maioria dos bezerros é infectada precocemente, quando ainda protegida pela imunidade passiva e por mecanismos de resistência relacionados à idade, desenvolvendo infecções subclínicas seguidas de imunidade duradoura (Bock et al., 2004; Lagranha et al., 2024). Em contraste, em situações de instabilidade enzoótica, a exposição tardia ou irregular favorece a permanência de animais suscetíveis, aumentando a ocorrência de surtos clínicos e a gravidade da enfermidade (Sott et al., 2016). No Brasil, ambos os cenários já foram descritos, com padrões epidemiológicos distintos entre as diferentes regiões do país (Almeida et al., 2006; Souza et al., 2013).

Apesar da reconhecida importância da enfermidade, poucos estudos de campo investigaram quais características individuais das bezerras modulam o risco de desenvolvimento da anaplasmose clínica. Além disso, a maioria das investigações disponíveis baseia-se em estudos sorológicos transversais, os quais não permitem estimar o risco da doença ao longo do tempo. Fatores neonatais, como o peso ao nascer e a eficiência da transferência de imunidade passiva, são reconhecidos como importantes determinantes da morbidade em bezerras leiteiras (Godden et al., 2019; Lombard et al., 2020); entretanto, sua relação específica com a ocorrência de anaplasmose clínica permanece pouco elucidada.

O presente estudo teve como objetivo estimar a ocorrência de anaplasmose clínica e identificar os fatores associados ao tempo até o primeiro episódio e à recorrência da enfermidade em bezerras leiteiras de uma propriedade comercial localizada no Agreste sergipano, utilizando métodos de análise de sobrevivência capazes de considerar explicitamente a estrutura temporal dos dados.

Material e métodos

Delineamento e população de estudo

Foi conduzido um estudo de coorte histórica, no qual a coorte foi definida a partir de registros clínicos, zootécnicos e laboratoriais previamente existentes, acompanhando-se os animais desde a exposição (características neonatais) até a ocorrência do desfecho. O estudo foi realizado em uma propriedade leiteira comercial localizada no município de Frei Paulo, na região Agreste do estado de Sergipe, Nordeste do Brasil.

Foram incluídas todas as bezerras das raças Holandesa e Girolando nascidas na propriedade entre 1º de maio de 2025 e o encerramento do período de observação. Não foi realizada amostragem probabilística, tratando-se de um censo de todas as bezerras nascidas no rebanho durante o período de estudo. Também não foi realizado cálculo prévio do tamanho amostral, uma vez que o número de animais foi determinado pela dinâmica reprodutiva da propriedade. Dos 181 registros inicialmente disponíveis, dois animais nasceram após o encerramento do acompanhamento e, por não contribuírem com tempo de observação, foram excluídos, resultando em 179 bezerras incluídas nas análises.

Essa estratégia define como população-alvo de inferência rebanhos leiteiros comerciais com características de manejo e porte semelhantes aos da propriedade estudada, situados no Agreste sergipano, não sendo os resultados diretamente extrapoláveis para a população bovina brasileira como um todo.

Manejo dos animais

O manejo colostral seguiu protocolo padronizado da propriedade, com fornecimento de colostro nas primeiras horas de vida, avaliação da qualidade por refratometria (escala Brix) e posterior determinação da proteína sérica total como indicador da transferência de imunidade passiva. As bezerras permaneceram em sistema de aleitamento até o desmame e foram submetidas ao mesmo protocolo sanitário e de controle de carrapatos durante o período de acompanhamento.

Definição de caso e coleta de dados

Foram considerados casos de anaplasmose clínica os animais que apresentaram sinais clínicos compatíveis – febre, apatia, mucosas pálidas ou ictéricas e perda de condição corporal – e cuja infecção por *Anaplasma marginale* foi confirmada pela identificação do agente em esfregaço sanguíneo corado, associada à determinação do hematócrito.

Ressalta-se que o exame laboratorial foi realizado exclusivamente em animais com sinais clínicos suficientes para justificar a investigação diagnóstica. Dessa forma, o sistema diagnóstico empregado apresenta elevada especificidade, porém baixa sensibilidade para a detecção da infecção, de modo que o desfecho analisado corresponde à anaplasmose clínica detectada, e não à infecção por *A. marginale*. As implicações dessa estratégia diagnóstica são discutidas na seção de limitações.

As variáveis explicativas registradas ao nascimento foram peso ao nascer (kg), volume de colostro fornecido (L), qualidade do colostro (Brix, %), proteína sérica total (g/dL) e estação de nascimento, definida de acordo com o hemisfério Sul (outono: março–maio; inverno: junho–agosto; primavera: setembro–novembro; verão: dezembro–fevereiro). Os pesos aos 60 e aos 90 dias de idade foram registrados apenas para parte dos animais.

Definição do tempo de seguimento

A escala temporal adotada foi a idade do animal, expressa em dias. Cada bezerra contribuiu com tempo de observação desde o nascimento até a ocorrência do primeiro episódio de anaplasmose clínica (evento) ou até o encerramento do período de observação, em 8 de maio de 2026 (censura administrativa).

Durante a auditoria do banco de dados foram identificados e corrigidos nove registros com inconsistências de datas, sendo três referentes à data de nascimento e seis à data de episódios clínicos, decorrentes de erro na digitação do ano, o que resultava em episódios registrados antes do nascimento do animal. Todas as correções foram documentadas e confirmadas com as fichas originais.

Análise estatística

As variáveis contínuas foram descritas por média, desvio-padrão, mediana e intervalo interquartil (IIQ). A probabilidade de permanência livre de anaplasmose clínica foi estimada pelo método de Kaplan–Meier, e as curvas de sobrevivência foram comparadas pelo teste de log-rank.

O tempo até o primeiro episódio foi modelado por regressão de Cox de riscos proporcionais. Inicialmente, foram ajustados modelos univariáveis e, posteriormente, um modelo multivariável contendo peso ao nascer, volume de colostro, qualidade do colostro (Brix) e estação de nascimento (categoria de referência: inverno). A proteína sérica total foi avaliada em modelo adicional restrito aos casos completos, em razão da existência de dados faltantes para 24 animais (13,4%). Os pesos aos 60 e aos 90 dias não foram incluídos nas análises devido à proporção superior a 50% de dados ausentes.

A premissa de riscos proporcionais foi avaliada por meio da correlação entre os resíduos de Schoenfeld escalonados e o tempo. Como essa premissa foi violada para o peso ao nascer, o seguimento foi dividido em dois intervalos (0–120 dias e >120 dias), estimando-se coeficientes específicos para cada período mediante teste formal de interação com o tempo.

Os episódios recorrentes foram analisados pelo modelo de Andersen–Gill, estruturado no formato de processo de contagem, utilizando erros-padrão robustos agrupados por animal para acomodar a dependência entre episódios observados no mesmo indivíduo.

Adotou-se nível de significância de 5% em todas as análises. Os procedimentos estatísticos foram realizados em Python 3, utilizando a aproximação de Efron para a verossimilhança parcial. A implementação foi validada por comparação com um conjunto de dados de referência contendo resultados previamente publicados, reproduzindo os coeficientes estimados com precisão de quatro casas decimais.

Resultados

Caracterização da população

Foram analisadas 179 bezerras, com mediana de seguimento de 95 dias (IIQ: 36–194; máximo: 355 dias). As características neonatais estão apresentadas na tabela 1. A distribuição por estação de nascimento foi equilibrada: inverno (n = 49), verão (n = 46), primavera (n = 44) e outono (n = 40).

Tabela 1. Características neonatais e indicadores de desempenho das 179 bezerras leiteiras acompanhadas

Variáveis	n	Média + Desvio Padrão	Mediana do intervalo interquartil.	Mín - Máx
Peso ao nascer, kg	179	38,6 ± 5,5	39,0 (37,0–41,0)	20–58
Volume de colostro, L	178	3,7 ± 0,7	4,0 (3,5–4,0)	0–6
Brix do colostro, %	179	29,1 ± 2,1	30,0 (28,0–30,0)	20–35
Proteína sérica total, g/dL	156	8,6 ± 1,0	8,5 (8,0–9,0)	6–11
Peso aos 60 dias, kg	84	93,2 ± 13,6	96,0 (82,8–102,0)	54–124
Peso aos 90 dias, kg	80	125,2 ± 16,3	124,0 (117,0–134,0)	79–173

Ocorrência de anaplasmose clínica

Noventa e oito bezerras (54,7%) apresentaram pelo menos um episódio de anaplasmose clínica, totalizando 178 episódios. A distribuição do número de episódios por animal foi: nenhum (n = 81), um (n = 51), dois (n = 27), três (n = 11), quatro (n = 5) e cinco (n = 4).

A idade mediana no primeiro episódio foi de 62 dias (IIQ: 21–202), com casos registrados entre 1 e 324 dias de vida. Pouco mais da metade dos primeiros episódios (55/98; 56,1%) ocorreu até os 120 dias de idade. Pela estimativa de Kaplan-Meier, o tempo mediano até o primeiro episódio foi de 201 dias.

Observou-se marcada concentração sazonal dos episódios, com pico em abril (n = 35), seguido por fevereiro (n = 27) e março (n = 25) (Figura 1).

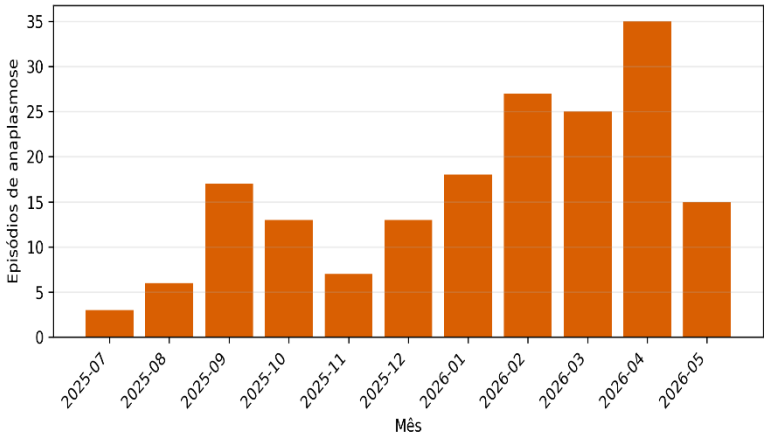

Figura 1. Distribuição mensal dos 178 episódios de anaplasmose clínica registrados durante o período de observação

Análise univariável

Na análise univariável (Tabela 2), apenas o nascimento na primavera associou-se significativamente ao risco de anaplasmose clínica (HR = 1,85; IC95%: 1,08–3,15; P = 0,025). O peso ao nascer não apresentou associação significativa quando avaliado isoladamente (HR = 0,975; IC95%: 0,940–1,012; P = 0,189).

Tabela 2. Regressão de Cox univariável para o tempo até o primeiro episódio de anaplasmose clínica

Variáveis	n	Eventos	Hazard ratio	IC95%	p
Peso ao nascer, por kg	179	98	0,975	0,940–1,012	0,189
Volume de colostro, por L	178	98	1,253	0,920–1,706	0,152
Brix, por %	179	98	0,980	0,895–1,073	0,655
Proteína sérica, por g/dL	156	88	0,984	0,820–1,180	0,862
Estação: outono	179	98	0,692	0,384–1,245	0,219
Estação: primavera	179	98	1,845	1,082–3,146	0,025
Estação: verão	179	98	1,276	0,652–2,499	0,477

Categoria de referência para estação = inverno.

Premissa de riscos proporcionais

No modelo multivariável inicial, o teste baseado nos resíduos de Schoenfeld indicou violação da premissa de riscos proporcionais para o peso ao nascer (rho = 0,351; P < 0,001) e para o volume de colostro (rho = 0,209; P = 0,039), evidenciando que o efeito dessas variáveis não é constante ao longo da vida do animal. Os efeitos foram, portanto, estimados separadamente para os períodos de 0–120 dias e acima de 120 dias.

Modelo multivariável com efeitos específicos por período

O modelo final (Tabela 3) demonstrou que o peso ao nascer exerceu efeito protetor expressivo e estatisticamente significativo no período de 0 a 120 dias: cada quilograma adicional reduziu em 8,5% o risco de anaplasmose clínica (HR = 0,915; IC95%: 0,863–0,969; P = 0,003). Após os 120 dias, esse efeito desapareceu (HR = 1,04; IC95%: 0,98–1,12; P = 0,210), e o teste de interação entre peso ao nascer e período foi significativo (P = 0,005), confirmando a modificação do efeito ao longo do tempo.

Tabela 3. Modelo de Cox multivariável com efeitos específicos por período (n = 178; 98 eventos)

Termo	Hazard ratio	IC95%	P
Peso ao nascer (por kg), 0–120 d	0,913	0,861–0,968	0,002
Peso ao nascer × período > 120 d	1,141	1,042–1,249	0,005
Volume de colostro (por L), 0–120 d	1,298	0,750–2,246	0,352
Volume de colostro × período > 120 d	1,446	0,642–3,256	0,374
Brix (por %)	0,986	0,898–1,083	0,770
Estação: outono	0,624	0,345–1,128	0,118
Estação: primavera	1,769	1,027–3,045	0,040
Estação: verão	1,528	0,769–3,038	0,226

Categoria de referência para estação = inverno.

De forma complementar, o efeito da estação de nascimento concentrou-se no período posterior aos 120 dias: bezerras nascidas na primavera apresentaram risco mais de quatro vezes superior ao das nascidas no inverno nessa faixa etária (HR = 4,38; IC95%: 1,74–10,99; P = 0,002), sem diferença detectável nos primeiros 120 dias de vida (HR = 1,05; IC95%: 0,53–2,06; P = 0,898).

As variáveis relacionadas à transferência de imunidade passiva — volume de colostro, Brix e proteína sérica total — não se associaram significativamente ao desfecho em nenhum dos modelos.

Episódios recorrentes

No modelo de Andersen-Gill (177 animais, 356 intervalos, 178 eventos), o maior peso ao nascer associou-se a menor intensidade de recorrência no limiar da significância (HR = 0,968; IC95%: 0,936–1,000; P = 0,050), e o nascimento na primavera manteve associação significativa com maior recorrência (HR = 1,753; IC95%: 1,138–2,698; P = 0,011), corroborando os achados do modelo de primeiro evento (Tabela 4).

Tabela 4. Modelo de Andersen-Gill para episódios recorrentes de anaplasmose clínica, com erros-padrão robustos agrupados por animal

Variáveis	HR	IC95%	P
Peso ao nascer (por kg)	0,968	0,936–1,000	0,050
Volume de colostro (por L)	1,321	0,989–1,764	0,060
Brix (por %)	0,989	0,921–1,063	0,766
Estação: outono	0,665	0,411–1,076	0,097
Estação: primavera	1,753	1,138–2,698	0,011
Estação: verão	1,208	0,608–2,398	0,590

Categoria de referência para estação = inverno.

Curvas de sobrevivência

As curvas de Kaplan-Meier segundo o peso ao nascer (Figura 2) mostraram separação concentrada nos primeiros meses de vida, com convergência posterior, padrão coerente com a violação da premissa de riscos proporcionais e com os efeitos específicos por período; a comparação global pelo teste de log-rank não foi significativa (P = 0,217), o que era esperado, dado que esse teste assume efeito constante ao longo do tempo. Já a comparação entre estações de nascimento (Figura 3) foi significativa (log-rank P = 0,020).

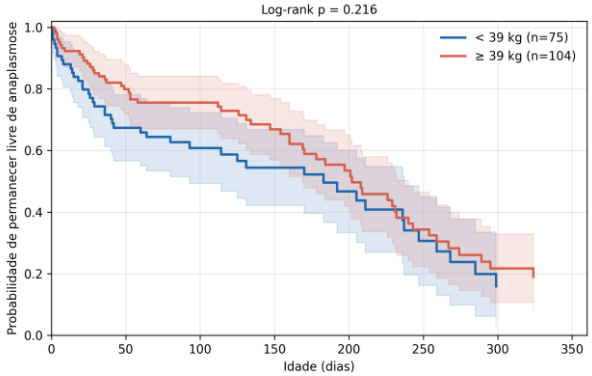

Figura 2. Curvas de Kaplan-Meier para o tempo até o primeiro episódio de anaplasmose clínica, segundo o peso ao nascer (mediana = 39 kg). Áreas sombreadas representam intervalos de confiança de 95%.

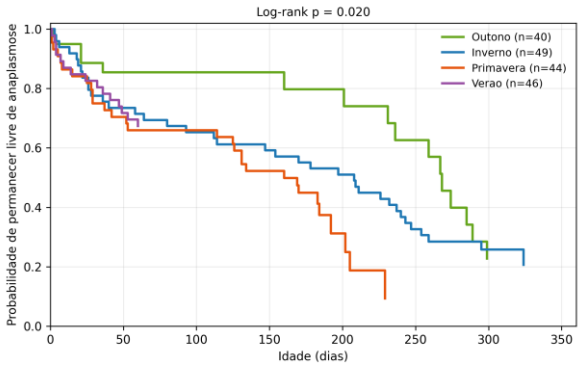

Figura 3. Curvas de Kaplan-Meier para o tempo até o primeiro episódio de anaplasmose clínica, segundo a estação de nascimento.

Discussão

A anaplasmose clínica acometeu 54,7% das bezerras acompanhadas, confirmando a importância de *A. marginale* como causa de perdas sanitárias em sistemas leiteiros do semiárido nordestino e indicando um cenário de instabilidade enzoótica, no qual parcela expressiva dos animais permanece suscetível e desenvolve doença clínica (Bock et al., 2004; Ierardi, 2025; Kessler, 2001; Kocan et al., 2010; Lagranha et al., 2024; Sott et al., 2016) .

O achado central deste estudo é que os determinantes do risco atuam em janelas etárias distintas. O peso ao nascer mostrou efeito protetor expressivo apenas até os 120 dias de idade, com redução de 8,5% no risco por quilograma adicional, desaparecendo completamente depois disso. Essa dependência

temporal explica por que a associação não foi detectada na análise univariável nem no teste de log-rank global: ambos pressupõem efeito constante ao longo do seguimento e, ao misturar períodos com e sem efeito, diluem uma associação que é forte em uma fase específica da vida.

A interpretação biológica é plausível. O peso ao nascer é um indicador reconhecido de vitalidade neonatal e de desenvolvimento fetal adequado, associado a maior capacidade de adaptação ao ambiente extrauterino, ingestão precoce de colostro, termorregulação e homeostase energética (Hammon et al., 2020; Murray & Leslie, 2013). Essas vantagens são mais relevantes justamente durante o período de aleitamento e desmame, fase de intenso desafio nutricional, comportamental e imunológico. Após esse período, com o desenvolvimento do sistema imune e a substituição da proteção passiva pela resposta ativa, a condição neonatal perde importância relativa frente à pressão de infecção ambiental.

O segundo achado relevante é o padrão sazonal. A concentração dos casos no outono, com pico em abril, é consistente com relatos do sul do Brasil, onde os surtos de TPB predominaram no verão e no outono (Almeida et al., 2006), e reflete a dinâmica populacional de *R. microplus*, fortemente dependente de temperatura e umidade (Marques et al., 2020). O aspecto original aqui é que o risco associado ao nascimento na primavera manifestou-se apenas após os 120 dias de vida (HR = 4,38). Isso tem explicação direta: bezerras nascidas na primavera atingem justamente essa faixa etária durante o outono, quando a pressão de infecção é máxima. Trata-se, portanto, de uma interação entre idade e calendário, e não de um efeito intrínseco da estação de nascimento – interpretação reforçada pela concordância do modelo de Andersen-Gill para episódios recorrentes.

As variáveis de transferência de imunidade passiva não se associaram ao desfecho. Esse resultado não deve ser lido como evidência de que a colostro seja irrelevante. Ao contrário, os valores de Brix (mediana 30%) e de proteína sérica total (mediana 8,5 g/dL) indicam manejo colostral uniforme e adequado segundo os parâmetros de referência (Godden et al., 2019; Lombard et al., 2020). A homogeneidade restringe a variabilidade necessária para detectar associação — um fenômeno de restrição de amplitude, e não ausência de efeito biológico. A tendência de maior risco associada a maior volume de colostro (HR = 1,32; P = 0,060 no modelo de recorrência) provavelmente reflete confundimento por indicação, com bezerras percebidas como mais frágeis recebendo volumes maiores.

Do ponto de vista aplicado, os resultados sugerem duas frentes de ação: monitoramento clínico intensificado de bezerras com menor peso ao nascer durante o período pré-desmame, e antecipação das medidas de controle vetorial e de vigilância para os lotes que alcançarão os 120 dias de vida durante o outono.

Limitações

A principal limitação refere-se ao sistema de detecção de casos. O esfregaço sanguíneo foi realizado apenas em animais com sinais clínicos evidentes, o que confere alta especificidade, porém baixa sensibilidade. Infecções subclínicas e animais portadores não foram identificados, de modo que o desfecho corresponde à anaplasmose clínica detectada, e não à infecção. Consequentemente, a ocorrência de infecção por *A. marginale* no rebanho é certamente superior aos 54,7% aqui relatados, e os fatores identificados devem ser interpretados como determinantes da expressão clínica da doença, não da aquisição da infecção.

Não foram empregadas técnicas moleculares, como a reação em cadeia da polimerase, nem exames sorológicos, que permitiriam estimar a prevalência real de infecção e classificar formalmente o rebanho quanto à estabilidade enzoótica.

O estudo foi conduzido em uma única propriedade, o que limita a extrapolação dos resultados a rebanhos de manejo e condições ambientais semelhantes do Agreste sergipano. Não houve cálculo prévio de tamanho amostral, uma vez que foram incluídos todos os animais nascidos no período; a precisão das estimativas, portanto, é a que decorre do tamanho do rebanho, e os intervalos de confiança amplos observados em alguns estratos refletem essa limitação.

Houve dados faltantes para proteína sérica total (13,4%) e, de forma expressiva, para os pesos aos 60 e 90 dias (mais de 50%), razão pela qual as variáveis de desempenho ponderal não puderam ser incorporadas aos modelos multivariáveis. Por fim, não foram mensuradas variáveis de carga parasitária individual nem indicadores ambientais diretos, que poderiam esclarecer os mecanismos subjacentes ao padrão sazonal observado.

Conclusão

A anaplasmose clínica apresentou elevada ocorrência em bezerras leiteiras no Agreste sergipano, acometendo mais da metade dos animais acompanhados. O peso ao nascer e a estação de nascimento associaram-se ao risco da enfermidade, porém em janelas etárias distintas: o peso ao nascer exerceu efeito protetor restrito aos primeiros 120 dias de vida, enquanto o maior risco das bezerras nascidas na primavera manifestou-se somente após essa idade, quando esses animais coincidem com o pico sazonal de ocorrência no outono. Esses achados indicam que a avaliação de fatores de risco para anaplasmose deve considerar explicitamente a dimensão temporal, sob pena de que associações relevantes permaneçam não detectadas. Do ponto de vista prático, recomendam-se o monitoramento diferenciado de bezerras com menor peso ao nascer durante o período pré-desmame e o ajuste do calendário de controle vetorial à idade dos lotes, e não apenas ao calendário anual.

Estudos futuros que incorporem diagnóstico molecular e sorológico, acompanhamento de múltiplos rebanhos e mensuração direta da carga de carrapatos poderão esclarecer em que medida os padrões aqui descritos refletem diferenças na exposição ao agente ou na capacidade individual de controlar a infecção.

Declaração de disponibilidade de dados

Os dados que fundamentam os resultados deste estudo podem ser disponibilizados pelos autores mediante solicitação razoável.

Declaração de uso de inteligência artificial generativa e tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito

Durante a preparação deste trabalho, os autores utilizaram a ferramenta de inteligência artificial generativa Claude (Anthropic) para revisão gramatical, aprimoramento da clareza textual, organização da escrita e apoio à condução das análises estatísticas de sobrevivência. Todas as decisões metodológicas, a interpretação dos resultados e as conclusões permaneceram sob responsabilidade exclusiva dos autores, que revisaram e verificaram integralmente os procedimentos e resultados apresentados e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo.

Referências

Almeida, M. B., Tortelli, F. P., Riet-Correa, B., Ferreira, J. L. M., Soares, M. P., Farias, N. A. R., Riet-Correa, F., & Schild, A. L. (2006). Tristeza parasitária bovina na região sul do Rio Grande do Sul: Estudo retrospectivo de 1978-2005. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, *26*(4), 237–242. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2006000400008.

Aubry, P., & Geale, D. W. (2011). A review of *Bovine anaplasmosis. Transboundary and Emerging Diseases*, *58*(1), 1–30. https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2010.01173.x.

Bock, R., Jackson, L., Vos, A., & Jorgensen, W. (2004). Babesiosis of cattle. *Parasitology*, *129*(SUPPL.), S247–S269. https://doi.org/10.1017/S0031182004005190.

Dierings, C. A., & Wilmsen, M. O. (2021). Tristeza Parasitária Bovina: Revisão. *Brazilian Journal of Development*, *7*(6). https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-165.

Godden, S. M., Lombard, J. E., & Woolums, A. R. (2019). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, *35*(3), 535–556. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005.

Hammon, H. M., Liermann, W., Frieten, D., & Koch, C. (2020). Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves. *Animal*, *14*(S1), S133–S143. https://doi.org/10.1017/S1751731119003148.

Ierardi, R. A. (2025). A review of bovine anaplasmosis (*Anaplasma marginale*) with emphasis on epidemiology and diagnostic testing. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, *37*(4), 271–297. https://doi.org/10.1177/10406387251324180.

Kessler, R. H. (2001). Considerações sobre a transmissão de *Anaplasma marginale*. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, *21*(4), 177–179. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2001000400009.

Kikugawa, M. M. (2009). *Tristeza Parasitária Bovina (Babesiose x Anaplasmose)*.

Kocan, K. M., Fuente, J., Guglielmone, A. A., & Meléndez, R. D. (2003). Antigens and Alternatives for Control of *Anaplasma marginale* Infection in Cattle. *Clinical Microbiology Reviews*, *16*(4), 698–712. https://doi.org/10.1128/CMR.16.4.698-712.2003.

Kocan, K. M., Fuente, J., Blouin, E. F., Coetzee, J. F., & Ewing, S. A. (2010). The natural history of *Anaplasma marginale*. *Veterinary Parasitology*, *167*(2–4), 95–107. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.09.012.

Lagranha, C., Pellegrini, D. C. P., Pradella, G. D., Nava, S., Morel, N., Doyle, R., Klafke, G., Gallina, T., & Reck, J. (2024). Can herd seroprevalence be used as an indicator of enzootic stability for *Bovine anaplasmosis*? Insights from a case-control field study in Brazil. *Research in Veterinary Science*, *171*, 105232. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2024.105232.

Lombard, J., Urie, N., Garry, F., Godden, S., Quigley, J., Earleywine, T., McGuirk, S., Moore, D., Branan, M., Chamorro, M., Smith, G., Shivley, C., Catherman, D., Haines, D., Heinrichs, A. J., James, R., Maas, J., & Sterner, K. (2020). Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science*, *103*(8), 7611–7624. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955.

Marana, E. R. M., Kano, F. S., Vicentini, J. C., Spurio, R. S., Ribeiro, M., Coelho, A. L. M., Vidotto, M. C., & Vidotto, O. (2009). Clonagem, expressão, caracterização molecular da proteína de superfície MSP5 da amostra PR1 de *Anaplasma marginale* e sua aplicação em um teste de ELISA por competição. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, *18*(2), 5–12.

Marini, A., Soutello, R. V. G., Costa, R. L. D., Neves, J. H., Vacati, A. C., Barreto, T. N., Monte Júnior, S., & Demarchi, J. J. A. A. (2010). Infestação por Rhipicephalus (Boophilus) microplus em novilhas de diferentes grupos genéticos. *Boletim de Indústria Animal*, *67*(1), 65–71.

Marques, R., Krüger, R. F., Peterson, A. T., Melo, L. F., Vicenzi, N., & Jiménez-García, D. (2020). Climate change implications for the distribution of the babesiosis and anaplasmosis tick vector, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Veterinary Research*, *51*(1). https://doi.org/10.1186/s13567-020-00802-z.

Mendes, T. M., Balbino, J. N. F., Silva, N. C. T., & Farias, L. A. (2019). *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* e *Rhipicephalus sanguineus*: Uma revisão sobre as perspectivas, distribuição e resistência. *PUBVET*, *13*(6), 1–9. https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n6a347.1-9

Murray, C. F., & Leslie, K. E. (2013). Newborn calf vitality: Risk factors, characteristics, assessment, resulting outcomes and strategies for improvement. *Veterinary Journal*, *198*(2), 322–328. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.06.007.

Reinbold, J. B., Coetzee, J. F., Hollis, L. C., Nickell, J. S., Riegel, C. M., Christopher, J. A., & Gilbert, R. O. (2010). Transmission of *Anaplasma marginale* through needle and needle-free injection techniques in cattle. *American Journal Veterinary Research*, *71*, 1178–1188. https://doi.org/10.2460/AJVR.71.10.1178.

Silva, F. M., & Pereira, S. G. (2022). Tristeza parasitária bovina - TPB, caracterização geral: Revisão integrativa. *Revista Científica Acertide*, *2*(6). https://doi.org/10.47820/acertte.v2i6.79.

Silva, T. F., Alves Sobrinho, A. V., Lima, L. F. S., Ziemniczak, H. M., Ferraz, H. T., Lopes, D. T., Silva, V. L. D., Braga, Í. A., Saturnino, K. C., & Ramos, D. G. S. (2021). Tristeza parasitária bovina: Revisão. *Research, Society and Development*, *10*(1). https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11631.

Sott, T., Franciscato, C., Silva Neto, A. F., Nascif Júnior, I. A., & Freitas, F. L. C. (2016). Enzootic instability for bovine anaplasmosis on family farms located in southwestern Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, *25*(4), 497–500. https://doi.org/10.1590/s1984-29612016061.

Souza, F. A. L., Braga, J. F. V., Pires, L. V., Carvalho, C. J. S., Costa, É. A., Ribeiro, M. F. B., Santos, R. L., & Silva, S. M. M. S. (2013). Babesiosis and anaplasmosis in dairy cattle in Northeastern Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, *33*(9), 1057–1061. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2013000900002.

Histórico do artigo:
Recebido: 27 de setembro de 2026
Aprovado: 26 de outubro de 2026

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.