Ciência Animal Brasileira
Brazilian Animal Science

DOI: 10.1590/1809-6891v27e-83903P

e-ISSN 1809-6891
Medicina veterinária | Artigo científico

Relação entre os macrófagos espumosos hepáticos e performance de bovinos criados extensivamente em pasto de *Brachiaria* spp.

[Relationship between hepatic foamy macrophages and performance of cattle raised extensively on *Brachiaria* spp. pastures]

Bruno César Ferreira Gonzaga[1], Fabrício Romulo Cardoso de Camargo[1], Aline Barichello Cerqueira[1], Gustavo Lage Costa[1], Débora Ribeiro de Mendonça[1], Liliana Borges de Menezes[1], Ana Flávia Machado Botelho[1], Maria Clorinda Soares Fioravanti[1], Paulo Henrique Jorge da Cunha[1]

1 Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil
*autor correspondente: phcunha@ufg.br

Recebido: 10 de setembro de 2025. Aceito: 04 de maio de 2026. Publicado: 08 de junho de 2026.
Editor: Luiz Augusto B. Brito

Resumo: O objetivo foi verificar a relação da área ocupada por macrófagos espumosos com o peso de carcaça quente na performance de bovinos criados extensivamente em pasto de *Brachiaria* spp. As carcaças dos 100 bovinos nelore, com idade entre 20 e 36 meses, foram pesadas e distribuídas em dois grupos: Grupo 1 (247,15 a 275,39 kg) e Grupo 2 (312,72 a 343,48 kg). Os fígados dos bovinos foram pesados e amostras do lobo direito coletadas para análise histopatológica. As áreas do parênquima hepático contendo macrófagos espumosos hepáticos foram mensuradas utilizando-se o programa ImageJ®. A análise estatística dos parâmetros (pesos dos fígados, pesos da carcaça quentes e área comprometida do tecido hepático) foi realizada de forma quantitativa, calculando a média, desvio padrão e coeficiente de variação. Esses dados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade das variâncias, por meio dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Bartlett. Como as variáveis foram homogêneas e tiveram uma distribuição normal, foram avaliadas pelo teste paramétrico de análise de variâncias. A correlação das variáveis foi realizada pelo teste de Spearman. O grau de significância adotado foi de 5 % e todas as análises descritivas foram realizadas pelo programa Microsoft EXCEL e os testes estatísticos pelo programa R. Os bovinos sob pastejo de *Brachiaria* spp. apresentaram lesões hepáticas caracterizadas por degeneração (5 %), necrose (7 %) e presença (94 %) de infiltrado inflamatório de intensidade leve e pequena área do tecido hepático contendo macrófagos espumosos (23 %). A área comprometida do parênquima hepático contendo macrófagos espumosos não influenciou no peso da carcaça quente dos bovinos.

Palavras-chave: Carcaça bovina; estereologia; perda progressiva de peso.

Abstract: The aim was to evaluate the relationship between the area occupied by foamy macrophages and hot carcass weight as a measure of performance in cattle raised extensively on *Brachiaria* spp. pastures. The carcasses of 100 Nellore cattle, aged between 20 and 36 months, were weighed and distributed into two groups: Group 1 (247.15 to 275.39 kg) and Group 2 (312.72 to 343.48 kg). The livers of the cattle were weighed, and samples from the right lobe were collected for histopathological analysis. The areas of the hepatic parenchyma containing foamy macrophages were measured using the ImageJ® software. Statistical analysis of the parameters (liver weight, hot carcass weight,

Copyright ©. Este é um artigo em acesso aberto distribuído nos termos da Creative Commons Attribution License que permite o uso irrestrito, a distribuição e reprodução em qualquer meio desde que o artigo original seja devidamente citado.

and compromised liver tissue area) was performed quantitatively, calculating the mean, standard deviation, and coefficient of variation. These data were analyzed for normality and homogeneity of variances using the Kolmogorov-Smirnov and Bartlett tests. As the variables were homogeneous and had a normal distribution, they were evaluated by a parametric analysis of variance test. The correlation of the variables was performed using Spearman's test. The significance level adopted was 5 %, and all descriptive analyses were performed using Microsoft Excel program, while the statistical tests were done with the R program. Cattle grazing on *Brachiaria* spp. exhibited hepatic lesions characterized by degeneration (5 %), necrosis (7 %), and the presence (94 %) of a mild inflammatory infiltrate and small areas of hepatic tissue containing foamy macrophages (23 %). The compromised area of the hepatic parenchyma containing foamy macrophages did not influence the hot carcass weight of the cattle.

Keywords: Bovine carcass; progressive weight loss; stereology.

1. Introdução

Melhorias na qualidade da pastagem e aumento da capacidade de suporte refletem em maior eficiência animal [1, 2]. Em 2016, aproximadamente 50 % do total de pastagens brasileiras plantadas ou naturais (100 milhões de hectares) foram consideradas degradadas [2]. Em 2017, o mesmo percentual foi encontrado em 173 municípios do cerrado brasileiro [3], o que diminui a produtividade da pecuária nacional [2]. Em 2023, o cerrado já apresentava 67,18 % das áreas de pastagens com degradação severa ou intermediária [4].

O capim *Brachiaria* spp. substituiu aos poucos as pastagens naturais, porém foi relatado como planta hepatotóxica por inúmeras pesquisas [5-8]. Sua toxicidade causou hepatopatias em ruminantes no Brasil e no México [5, 9-15], que incluíam lesões fibróticas no fígado [12,16-18] que foi responsável por 1,09 % das causas de condenação dessa peça em frigoríficos [16]. Estudos relataram que a ocorrência dessa alteração foi subestimada, ocasionando perdas econômicas como retardo no desenvolvimento, baixos ganho de peso e produção de leite [11, 14, 19, 20].

A partir da década de 70, a *Brachiaria decumbens* (*Urochloa decumbens*) tornou-se a gramínea mais frequente nas pastagens brasileiras [21], sendo acompanhada de relatos de alterações hepáticas [5, 22, 23]. Foram observados acúmulos de macrófagos com citoplasmas espumosos em órgãos como fígado, baço, linfonodos hepáticos e mesentéricos [21, 24, 25]. A presença deles também foi relatada em células do miocárdio [26] e na artéria ilíaca [27], sendo relatado também em outros ruminantes [28-30].

Existem relatos do aparecimento dessas células em bovinos variando de 30 dias [31], a 150 dias após o início da ingestão do capim *Brachiaria* spp. [21]. O aumento do número desse tipo de macrófago em animais sob pastejo de *Brachiaria* spp. foi correlacionado ao menor peso vivo dos animais [5, 32, 33]. Isso seria decorrente da intensidade das alterações hepáticas histopatológicas causadas por estas células [32]. As lesões histopatológicas muitas vezes não determinam sinais clínicos, tampouco alterações macroscópicas, porém afetam o funcionamento do órgão causando baixo ganho de peso [32, 33]. Foram relatadas perdas de peso na ordem de 2,52 %, 28,01 % e 39,28 % para os bovinos com fotossensibilização hepatógena nas formas subclínica, crônica moderada e crônica grave, respectivamente [34].

Apesar da correlação negativa entre a quantidade de macrófagos espumosos (MEs) e o menor peso vivo dos bovinos, não foi estabelecida essa mesma relação considerando a área ocupada por essas células, que podem apresentar tamanhos diferentes [32, 33]. Áreas do parênquima

hepático podem ser substituídas pelos aglomerados de MEs, interferindo dessa maneira no metabolismo regular do fígado [32]. Como os MEs variam em quantidade e tamanho, a leitura da área por eles ocupada pode representar uma medida mais eficiente e precisa da extensão da alteração [35], o que pode ser realizado por meio do programa ImageJ®, proporcionando uma análise mais objetiva frente a subjetividade dos métodos tradicionais [36]. Com esse estudo, objetivou-se verificar a relação da área ocupada por MEs com o peso de carcaça quente, um dos parâmetros que compõe a avaliação da performance dos bovinos.

2. Material e métodos

Foram utilizadas amostras do fígado de bovinos com idade entre 20 e 36 meses, determinados por meio da cronologia dentária [37], provenientes de frigorífico com inspeção federal, localizado na cidade de Goiânia, Goiás. Os animais eram machos inteiros, da raça nelore, criados extensivamente em pasto de *Brachiaria* spp. e oriundos de propriedade situada no município de Montividiu do Norte, Goiás.

Para avaliação do desempenho e alterações hepáticas, foram registrados os pesos de carcaça quente e do fígado de 100 animais selecionados a partir de um lote de 200 animais enviados ao abate humanitário. O peso de carcaça quente foi obtido após a soma das meias carcaças. Como critério de classificação, utilizou-se como ponto de corte os quartis inferior (grupo 1) e superior (grupo 2) da distribuição do peso do lote. Dessa forma, foram colhidas as amostras de cada fígado dos 50 bovinos com os pesos inferiores (247,15 a 275,39 kg) e dos 50 com pesos superiores de carcaça (312,72 a 343,48 kg).

Optou-se por trabalhar com o lobo direito e padronizar todas as colheitas porque Fioravanti [32], ao trabalhar com bovinos nelores aparentemente saudáveis entre 2,5 e quatro anos e criados extensivamente em pasto de *Brachiaria* spp., demonstrou não existir diferença estatística ($p>0,05$) no padrão de distribuição dos MEs e nas alterações inflamatórias (quanto a intensidade e extensão) entre os lobos direito e esquerdo do fígado. Ainda assim, observou maiores quantidades de degenerações e necroses no lobo direito.

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Goiás (CEUA/UFG) sob número 094/2015, de acordo com a legislação e os princípios éticos vigentes.

2.1 Amostras hepáticas

Uma amostra foi colhida da mesma região do lobo direito de cada fígado por um instrumento similar a um punch, confeccionado nas seguintes medidas: 23mm interno x 100mm de comprimento (Figura 1). Em seguida, as amostras foram colocadas em um recipiente com formol tamponado a 10 % na proporção de 1/10 de tecido e fixador para posteriormente serem processadas [38].

2.2 Análise histopatológica

As amostras permaneceram nos recipientes com formol tamponado a 10 %, foram processados de acordo com o método de rotina e depois coradas por hematoxilina-eosina (HE) [39]. Os critérios para análise foram descritos baseados na definição de ácino hepático funcional, proposta por Rappaport (1973) [40], em que o lóbulo é dividido em três zonas: zona 1 ou centroacinar; zona 2 ou mediozonal e zona 3 ou periacinar.

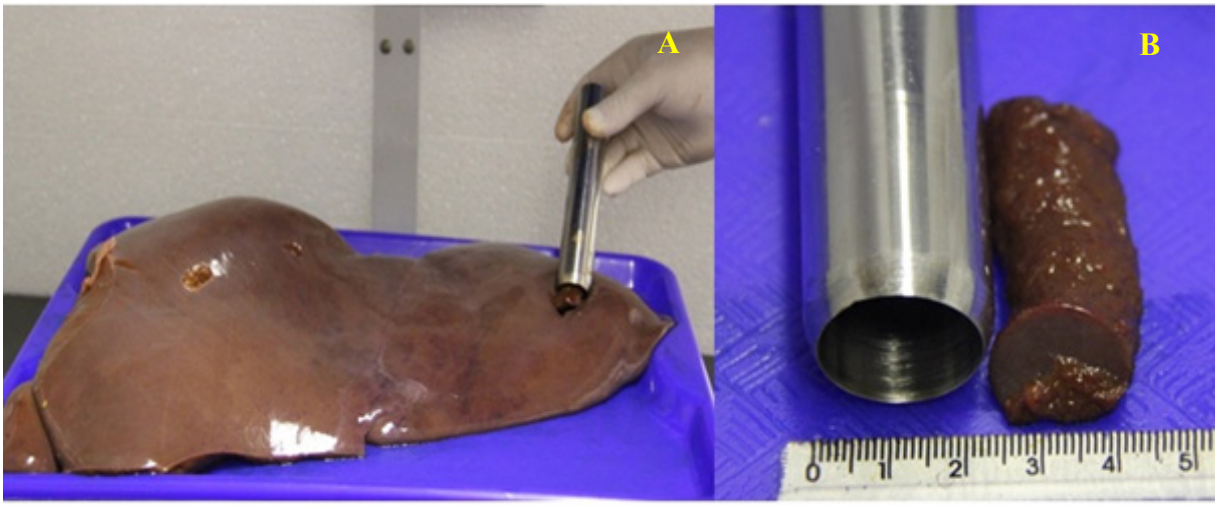

Figura 1. Fígado no momento da colheita de amostra. A – Retirada da amostra do lobo direito. B – Dimensões do instrumento de colheita.

As alterações foram descritas baseadas nos seguintes critérios já utilizados para o tecido hepático em: lesão focal (lesão única e pequena); multifocal (lesões em pelo menos três campos e distribuídas aleatoriamente); difusa (lesões por todo o órgão) [32]. As lesões também foram catalogadas segundo a zona de Rappaport. A intensidade das alterações de infiltrado inflamatório, degeneração e necrose foram descritas em: leve (poucas células distribuídas de forma esparsa ou em torno dos ductos biliares); moderado (ocupando parte do espaço porta); severo (ocupando todo espaço porta). A degeneração ainda foi classificada em microvacuolar e macrovacuolar.

Contou-se o número de MEs nas lâminas, de forma isolada e na forma de aglomerados. O número final de MEs foi obtido pela soma do número médio de células em cada aglomerado com os MEs encontrados de forma isolada. O número médio de células encontrados foi estimado em cinco células por aglomerado:

$$Nº\ de\ MEs = (Nº\ de\ aglomerados\ de\ MEs * 5) + Nº\ de\ MEs\ isolado$$

A região ocupada no parênquima hepático pelos MEs foi delimitada em cada campo da lâmina e depois mensurada. Foram avaliadas todas as lâminas em que foram observados os MEs, utilizando-se dez campos ao acaso por lâmina fotomicrografadas em objetiva de 10x [41]. A delimitação iniciava-se usando como critério obrigatório a presença do ME no primeiro campo.

Esse procedimento foi realizado por meio do programa ImageJ®, o que permitiu melhor acurácia na interpretação da imagem [42,43]. Para isso as lâminas foram fotografadas no microscópio óptico Leica D750 acoplado a um módulo digital de captura ICC50E e suas escalas em micrômetros adicionadas a imagem (100 µm).

Posteriormente, as fotomicrografias foram calibradas e analisadas no programa ImageJ® (versão 1.60 Wayne Rasband, National Institute of Health, USA) em dez campos, a delimitação da região ocupada por MEs foi realizada manualmente e o cálculo percentual foi estabelecido subtraindo a área ocupada por MEs da área total da imagem (Figura 2). A opção pela quantificação da fração de área percentual, em detrimento da contagem celular isolada, fundamenta-se na necessidade de mitigar o viés causado pela variação no tamanho e volume das células lesionadas.

Além disso, a eficácia da análise de área proporcional em tecidos hepáticos [44] e sua aplicabilidade consolidada no campo da medicina veterinária [45] conferem o rigor metodológico necessário para a caracterização precisa do comprometimento tecidual em bovinos.

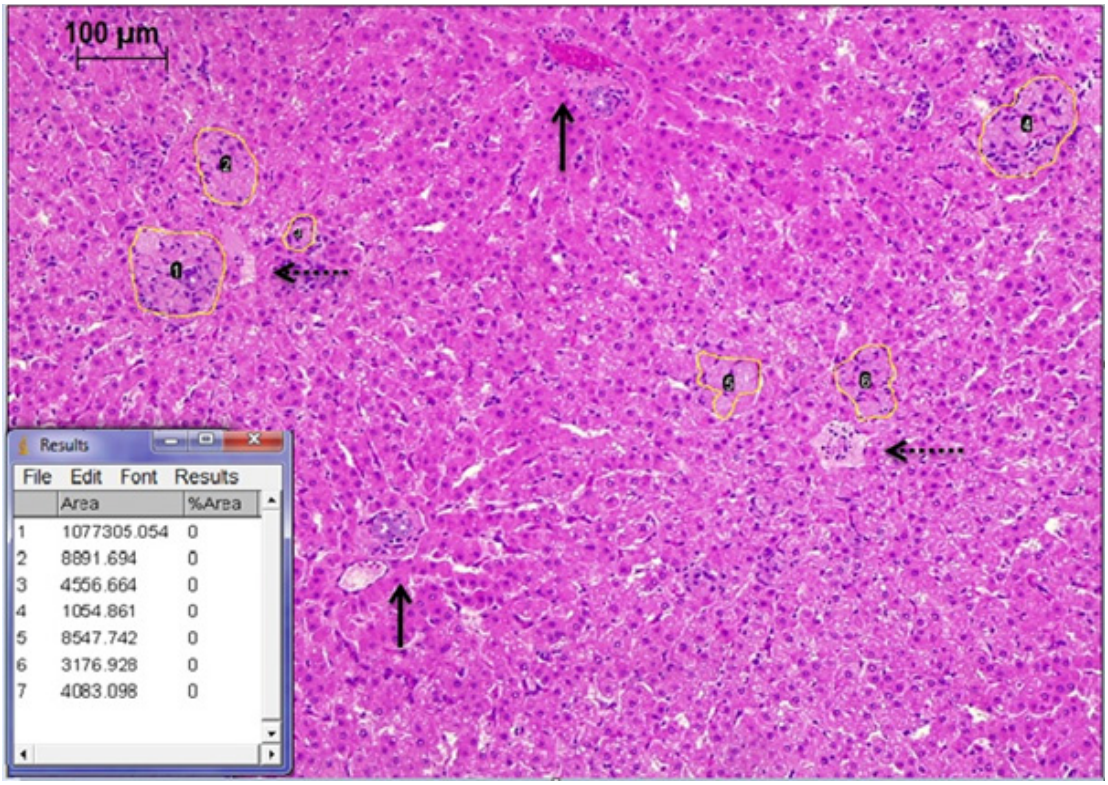

Figura 2. Delimitação manual da área ocupada por MEs na fotomicrografia da lâmina de amostra hepática corada por HE. Área total do campo indicado dentro do retângulo. Área ocupada pelo ME indicado nas delimitações com números. Setas contínuas na vertical indicam espaços portas. Setas pontilhadas na horizontal indicam veias terminais hepáticas.

2.3 Análise estatística

A análise estatística dos parâmetros (peso de carcaça quente, peso do fígado e área comprometida do parênquima hepático) foi realizada inicialmente de forma quantitativa, calculando a média, desvio padrão e coeficiente de variação. Posteriormente esses dados foram avaliados quanto à normalidade e homogeneidade das variâncias por meio dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Bartlett. Como as variáveis foram homogêneas e tiveram uma distribuição normal, foram avaliadas pelo teste paramétrico de análise de variâncias (ANOVA).

A análise das alterações histopatológicas foi realizada pelo estudo de frequências e avaliada pelo teste não paramétrico de qui-quadrado. Também foi realizada a correlação das variáveis utilizando a correlação de Spearman. O grau de significância adotado foi de 5 % e todas as análises descritivas (presença de necrose, degeneração, infiltrado inflamatório e MEs) foram realizadas pelo programa Microsoft EXCEL, sendo que para os testes estatísticos utilizou-se o programa R.

3. Resultados e discussão

3.1 Pesagem do fígado e da carcaça

O valor médio, desvio padrão, coeficiente de variação e correlação do peso das carcaças e dos fígados dos bovinos são ilustrados na tabela1.

As alterações observadas de cada grupo experimental (degeneração, necrose, infiltrado inflamatório e presença de MEs) foram de intensidade leve e sem diferenças significativas ($p>0,05$) (Tabela 3).

Tabela 1. Valores médios ($\bar{X}$), desvio padrão (S), coeficiente de variação (CV) e correlação (r) dos pesos das carcaças e dos fígados de bovinos nelores com pesos inferiores (Grupo 1) e superiores (Grupo 2) abatidos no município de Goiânia.

		$\bar{X}$	S	CV	P	r
Peso da carcaça (Kg)	Grupo 1 (n=50)	261,27 a	14,12	5,40	**<0,05**	**0,72**
	Grupo 2 (n=50)	328,10 b	15,38	4,69		
Peso do fígado (Kg)	Grupo 1 (n=50)	5,11 a	0,44	8,69	**<0,05**	
	Grupo 2 (n=50)	5,85 b	0,41	7,09		

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna e mesma variável diferem entre si (p<0,05).

Os valores médios dos pesos das carcaças do grupo 2 foram superiores (p<0,05) aos do grupo 1 em 25,58 %. Essa superioridade contribuiu para que valor médio do peso do fígado dos animais do grupo 2 fossem maiores (p<0,05) que os do grupo 1 em 14,48 %. A superioridade ocorreu porque de acordo com Vaz et al. [46], há uma correlação positiva e forte entre os pesos de órgãos internos e do corpo vazio. Resultados semelhantes entre os pesos do corpo vazio e do fígado foram relatados por Jorge e Fontes [47] (r=0,64), justificando que animais pesados possuem maior capacidade metabólica do que os leves [42]. No presente estudo a correlação positiva destas variáveis foi significativa e forte (r=0,72). O fígado tem altas taxas metabólicas porque participa ativamente no metabolismo de nutrientes e, tanto ele quanto o trato gastrintestinal são responsivos a alterações na ingestão de alimentos. O peso e a atividade metabólica dos órgãos viscerais são frequentemente associados eficiência de ganho de peso [48].

3.2 Avaliação histopatológica

As alterações histopatológicas encontradas (Tabela 2) no tecido hepático dos bovinos deste estudo foram: degeneração do tipo microvacuolar (5 %), necrose (7 %), colangiohepatite (94 %) e a presença de MEs (23 %).

Tabela 2. Frequências de alterações encontradas no tecido hepático de bovinos nelores abatidos no município de Goiânia.

Alterações no tecido hepático	Frequência		
	Grupo 1 (n=50)	Grupo 2 (n=50)	Total (N=100)
Degeneração microvacuolar	2 (4 %)	3 (6 %)	5 (5 %)
Necrose	5 (10 %)	2 (4 %)	7 (7 %)
Colangiohepatite	47 (94 %)	47 (94 %)	94 (94 %)
Presença de macrófagos espumosos (MEs)	13 (26 %)	10 (20 %)	23 (23 %)
Presença de MEs + Colangiohepatite	13 (26 %)	8 (16 %)	21 (21 %)
Presença de MEs + Degeneração microvacuolar	1 (2 %)	1 (2 %)	5 (5 %)
Presença de MEs + Necrose	3 (6 %)	0 (0 %)	3 (3 %)
Degeneração microvacuolar + Necrose	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Colangiohepatite + Degeneração microvacuolar	2 (4 %)	3 (6 %)	5 (5 %)
Colangiohepatite + Necrose	5 (10 %)	1 (2 %)	6 (6 %)
Presença de MEs + Colangiohepatite + Degeneração Microvacuolar	1 (2 %)	1 (2 %)	5 (5 %)
Presença de MEs + Colangiohepatite + Necrose	3 (6 %)	0 (0 %)	3 (3 %)
Presença de MEs + Degeneração microvacuolar + Necrose	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Colangiohepatite + Degeneração microvacuolar + Necrose	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Presença MEs + Degeneração microvacuolar + Necrose + Colangiohepatite	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

Tabela 3. Frequência, distribuição e localização das alterações histopatológicas observadas nas amostras de tecidos hepáticos de bovinos nelores com pesos inferiores (G1 - Grupo 1) e superiores (G2 - Grupo 2) abatidos no município de Goiânia.

Alterações	Grupo	Distribuição (%)					Localização (%)				Formação de aglomerado	
		Presença (%)	P	Focal	Multifocal	Difuso	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Espaço Porta	Presença (%)	P
Degeneração	G1 (n=50)	2 (4 %)	1	0	0	100	0	50	50	0		
	G2 (n=50)	3 (6 %)		0	33,33	66,67	0	50	50	0		
Necrose	G1 (n=50)	5 (10 %)	0,433	80	20	0	27,27	45,45	27,27	20		
	G2 (n=50)	2 (4 %)		100	0	0	0	100	0	0		
Infiltrado inflamatório	G1 (n=50)	47 (94 %)	1		72,34	0	4,22	19,72	12,68	63,38		
	G2 (n=50)	47 (94 %)			70,21	0	10,67	25,34	6,67	57,33		
Macrófagos espumosos	G1 (n=50)	13 (26 %)			53,85	7,69	9,09	31,82	54,55	4,54	69,23	1
	G2 (n=50)	10 (20 %)		60	40	0	0	0	90	10	80,00	

Não significativo para p>0,05.

A distribuição da degeneração no grupo 1 foi somente difusa (100 %) e no grupo 2 difusa (66,67 %) e multifocal (33,33 %). Nos grupos essa alteração foi do tipo microvacuolar e as lesões identificadas nas zonas 2 e 3. A distribuição da necrose no grupo 1 foi predominantemente focal (80 %) e multifocal (20 %), enquanto no grupo 2 foi somente focal (100 %). Os focos situaram-se principalmente na zona 2.

Em surtos de fotossensibilização hepatógena por *Brachiaria* spp. a necrose foi mencionada por alguns autores [25, 30, 49-54], enquanto outros [22, 56, 57] além de descreverem a lesão, quantificaram sua presença em aproximadamente 50 % dos casos. No presente estudo, a média das frequências de degeneração e necrose considerando os dois grupos foram baixas (5 % e 7 %, respectivamente) corroborando com Alessi et al. [57], Fioravanti [32] e Moreira et al. [33], que também perceberam a ausência ou a rara ocorrência de necrose. Entretanto, notaram a presença de degeneração na maioria dos animais, principalmente na zona 3, e julgaram ambas as alterações como inespecíficas em bovinos com alterações hepáticas mantidos em pastagem de *Brachiaria decumbens*.

As presenças de infiltrado inflamatório e de MEs merecem uma atenção maior, dado que estas alterações foram vinculadas por alguns autores [10, 11, 13, 17, 18, 32, 33, 53, 58] à alterações hepáticas, incluindo a fotossensibilização hepatógena, em animais mantidos em pastagem de *Brachiaria* spp. Adicionalmente, a elevação da atividade sérica da enzima gamaglutamil transferase (GGT) e a colangiohepatite (presença de infiltrado inflamatório nos ductos biliares e parênquima hepático [59], foram utilizados para caracterizar a forma subclínica da fotossensibilização hepatógena [14, 21, 54, 58].

A presença de infiltrado inflamatório ocorreu com distribuição multifocal em ambos os grupos (acima de 70 %) com predominância no espaço porta (acima de 91 %) e na zona 2 (entre 29 % e 40 %). O infiltrado inflamatório foi descrito por Dobereiner et al. [60] em 80 % dos bovinos e em todos os ovinos avaliados em surtos de fotossensibilização hepatógena no estado de Mato Grosso. Da mesma forma, foram descritos entre 43 % e 66 % nos grupos de bovinos com sinais clínicos de fotossensibilização estudados por Alessi et al. [57]. Essas alterações inflamatórias foram majoritariamente localizadas no espaço porta ou próximas a ele e com distribuição multifocal, em bovinos [21, 22, 25, 32, 33, 61, 62], bubalinos [63, 64], ovinos [14, 28, 48, 55, 56, 65-71], caprinos [50, 52] e equinos [51] sob pastejo de *Brachiaria* spp.

Considerada como alteração sugestiva de esporodesminotoxicose, a presença de colangiohepatite foi associada aos MEs hepáticos sob a forma de aglomerados situados predominantemente na zona 3 [32,33]. Cruz et al. [65], entretanto, associou essa alteração inflamatória a plantas que contêm as saponinas esteroidais, e que essa e outras alterações como infiltração de linfócitos e macrófagos foram induzidas pela administração experimental de saponinas obtidas do extrato de *Brachiaria decumbens*. Isso foi ratificado posteriormente por Riet-Correa et al. [64], que sugeriram a presença de MEs como consequência da ingestão das saponinas esteroidais litogênicas do *Brachiaria* spp.

Os primeiros relatos dos MEs hepáticos em bovinos coincidem com a introdução da *Brachiaria* spp. como pastagem principal no Brasil [11, 13, 18, 21, 53]. Assim como demonstrado no presente estudo, essas células foram frequentes em diversas espécies animais criados nesse tipo de gramínea [11, 13, 16-18, 21, 22, 24, 25, 28, 30, 49, 53, 55, 56, 61, 62, 64, 68-70, 72].

A análise dos MEs evidenciou distribuição multifocal (53,85 %) no grupo 1 e focal (60 %) no grupo 2. Nos dois grupos a presença de MEs sob a forma de aglomerado foi identificada (acima de 69 %) na zona 3 (acima de 90 %). A localização majoritariamente na zona 3 e a presença de aglomerado também foram descritos por inúmeros autores [21, 22, 24, 25, 32, 33, 61]. Várias hipóteses foram sugeridas para explicar a maior presença dos MEs na zona 3. Para Bogliolo e Brasileiro Filho [73], está relacionado ao fato dessa região ser responsável pela biotransformação.

Assumaidaee e Mustapha [6] sugerem que a saponina, ao ser biotransformada, gera radicais livres que podem desencadear a presença de ME. Para Fioravanti [32], os radicais superóxidos, produtos da auto-oxidação da esporidesmina, ocasionariam a peroxidação de lipídios e surgimento dos MEs e a maior presença na zona 3 seria decorrente do envolvimento das células endoteliais e dos monócitos, necessários para formação dessas células, que podem inclusive, se apresentar sob a forma de células gigantes. As lesões observadas no parênquima hepático não influenciaram o peso da carcaça quente (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficientes de correlação entre peso de carcaça quente e as alterações histopatológicas hepáticas de bovinos nelores abatidos no município de Goiânia.

Variável	r	P
Peso de carcaça quente x presença de MEs	-0,017	0,868
Peso de carcaça quente x presença de infiltrado inflamatório	0,008	0,937
Peso de carcaça quente x presença de degeneração	-0,013	0,900
Peso de carcaça quente x presença de necrose	-0,094	0,350

MEs: Macrófagos espumosos. Não significativo para p>0,05.

Fioravanti [32] demonstrou correlação negativa significativa entre peso vivo e número de MEs hepáticos em bovinos de ambos os sexos, o que posteriormente foi confirmado por Moreira et al. [33] ao trabalharem com dois grupos de bovinos machos criados em diferentes espécies

forrageiras (*Andropogon gayanus* e *Brachiaria* spp.). Por outro lado, Fioravanti [32] não percebeu a mesma correlação entre o número de MEs hepáticos nem com o peso de carcaça quente e nem com o rendimento de carcaça. As lesões provocadas por essas células no fígado também não alteraram o peso de carcaça quente de bubalinos [64], e nem o desempenho em ovinos [74].

Percebeu-se diferença estatística entre os grupos de bovinos para os pesos médios de carcaça quente, diferentemente do encontrado para o percentual médio da área comprometida pelos MEs no parênquima hepático (Tabela 5).

Tabela 5. Peso médio de carcaça quente, frequência, número total e área comprometida pelos MEs no parênquima hepático de bovinos nelores com pesos inferiores (Grupo 1) e superiores (Grupo 2) abatidos no município de Goiânia.

Área comprometida pelos MEs no parênquima hepático					
Grupo	Peso médio (Kg)	Presença de MEs (%)	Número total de MEs por grupo	Média da área comprometida (%)	P
Grupo 1 (n=50)	261,27 a	13 (26 %)	2750	0,4478 a	0,563
Grupo 2 (n=50)	328,10 b	10 (20 %)	518	0,0534 a	

MEs: Macrófagos espumosos. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna e mesma variável diferem entre si (p>0,05).

Porto et al. [70] presumiram que o emagrecimento em animais sob pastejo de *Brachiaria* spp. fosse decorrente de alguma alteração no metabolismo hepático. A injúria tecidual causada por agentes tóxicos eleva a produção de citocinas pelas células endoteliais, monócitos e células de Kupffer, sendo responsável pela cascata de reações envolvidas no processo de regeneração hepática [75]. Esporidesmina e saponina foram considerados como substâncias tóxicas aos bovinos [76]. A reserva funcional e a regeneração podem ter contribuído na normalidade do metabolismo animal e consequente manutenção do peso de carcaça quente, pois, segundo Jesus et al. [75], o processo regenerativo representa um mecanismo de proteção orgânica contra a perda de tecido hepático funcionante.

Em um estudo foi encontrado em 42,4 % das amostras de fígado a presença de MEs [53], amostras estas provenientes de animais abatidos entre os anos 1976 e 2008. Fioravanti [32] encontrou 67,57 % dos fígados dos bovinos com presença de MEs. Souza et al. [22], Caicedo et al. [62] e Faccin et al. [17] encontraram entre 70 % e 80 % e Gomar [25] e Moreira et al. [33] acima de 90%. Suspeitou-se no presente estudo, que o pequeno percentual de animais com a presença dos MEs (23 %), associado à baixa proporção de área na lâmina (menor que 0,5 %), justifiquem a ausência da diferença entre os grupos para o comprometimento hepático, refletindo na análise de correlação.

Fioravanti [32], ao quantificar os MEs, percebeu 14.574 células nas lâminas avaliadas do lobo direito. Moreira et al. [33], por sua vez, perceberam 20.099 células nas lâminas avaliadas dos bovinos sob pastejo de *Brachiaria* spp. e quando em *Andropogon* apenas a metade desse número foi relatado. No presente estudo percebeu-se no grupo com maior quantidade de MEs apenas 2.750 células. Da mesma forma, o maior número de células encontradas neste estudo (2.750 células) representa apenas 18,86 % do total de Fioravanti [32] e 13,68 % do total de Moreira et al. [33], o que pode ter representatividade para a ausência da correlação significativa entre o número de macrófagos espumosos com o peso de carcaça quente.

Tanto o fígado quanto o intestino delgado são responsáveis por alterarem a ingestão de alimentos [48]. Fioravanti [32] relatou substituição de áreas do parênquima hepático por aglomerado de MEs, o que também foi percebido no presente estudo. Zitnan et al. [77] e Montanholi et al.

[78] perceberam que o menor número de células de estruturas de alto metabolismo interferiram no peso corporal e/ou eficiência alimentar. A maior substituição de hepatócitos por MEs foi observado no grupo com menor peso de carcaça quente, mesmo assim, a diferença entre as áreas comprometidas nos grupos não foi estatisticamente significativa.

À medida que o peso ao abate aumentava em bovinos nelores com dois dentes incisivos permanentes (categoria idêntica ao do presente estudo), Vaz et al. [79] perceberam que o rendimento de carcaça diminuiu. Essa queda de rendimento poderia justificar a ausência da correlação do peso de carcaça quente com a área ocupada por MEs e em contrapartida a existência de correlação do último com o peso vivo, já a fórmula do rendimento é $\text{peso de carcaça quente} * 100 / \text{peso vivo}$. Nesse caso os animais poderiam ter pesos de carcaças quentes iguais mesmo apresentando ganhos de pesos, não demonstrando dessa forma a correlação esperada na hipótese do presente estudo.

Ainda foi demonstrada que a idade dos animais se situava entre 20 e 36 meses, considerada menos susceptível a intoxicação, pois, de acordo com Fagliari et al. [80], a fase em que ocorre o desmame dos animais (entre 7 e 12 meses, ocasionando estresse) é a idade mais propícia. O fato do abate e colheita ter sido realizada no mês de maio (início da estação seca) pode ter impactado na frequência de MEs hepáticos. Segundo Brum [19], foi a estação verificada com a menor frequência de esporos do fungo *Pithomyces chartarum*. O ambiente desfavorável a este pode ser justificado pela quase inexistência de material senescente na pastagem e pela alta taxa de lotação [80].

Pesos médios de carcaça quente com valores semelhantes foram encontrados em lotes de bovinos com fígado hígido e em lotes de bovinos com fígado condenado por fibrose, demonstrando que esse tipo de lesão não afetou o ganho de peso dos animais [17]. A associação da pequena marcação de área comprometida à baixa presença de MEs encontrada nesse trabalho, juntamente a pouca observação de necrose e degeneração (consideradas alterações inespecíficas), não interferiram no peso de carcaça quente em bovinos. Talvez isso se justifique em decorrência das alterações terem sido leves, mesmo com o infiltrado inflamatório presente na quase totalidade dos animais.

4. Conclusão

Bovinos sob pastejo de Brachiaria spp. apresentam lesões hepáticas caracterizadas por degeneração, necrose e presença de infiltrado inflamatório de intensidade leve com pequena área do tecido hepático contendo macrófagos espumosos. O tamanho da área do parênquima hepático contendo macrófagos espumosos não ocasiona redução no peso da carcaça quente dos bovinos.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Declaração de disponibilidade de dados

Os dados serão fornecidos mediante solicitação ao autor correspondente.

Contribuições do autor

Conceituação: Gonzaga, B.C.F.; Fioravanti, M.C.S. e Cunha, P.H.J. Curadoria de dados: Gonzaga, B.C.F. e Costa, G.L. Análise formal: Gonzaga, B.C.F. e Costa, G.L. Aquisição de financiamento: Gonzaga, B.C.F.; Fioravanti, M.C.S. e Cunha, P.H.J. Investigação: Gonzaga, B.C.F.; Camargo, F.R.C.; Cerqueira, A.B.; Mendonça. D.R.; Menezes, L.B.; Botelho, A.F.M.; Fioravanti, M.C.S. e Cunha, P.H.J. Metodologia: Gonzaga, B.C.F.; Fioravanti, M.C.S. e Cunha, P.H.J. Gerenciamento do projeto: Gonzaga, B.C.F.; Fioravanti, M.C.S. e Cunha, P.H.J. Visualização: Gonzaga, B.C.F. Redação (esboço original): Gonzaga, B.C.F. Redação (revisão e edição): Gonzaga, B.C.F.; Menezes, L.B.; Botelho, A.F.M.; Fioravanti, M.C.S. e Cunha, P.H.J.

Declaração de uso de IA generativa

Os autores não utilizaram ferramentas ou tecnologias de Inteligência Artificial generativa na criação ou edição de qualquer parte deste manuscrito.

Referências

1. Barcellos AO, Ramos AKB, Vilela L, Martha Junior GB. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. R. Bras. Zootec. 2008;37(suplemento especial):51-67. https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300008

2. Dias-Filho MB. Uso de pastagens para a produção de bovinos de corte no Brasil: passado, presente e futuro [Internet]. Belém (PA): Embrapa Amazônia Oriental; 2016 [citado em 5 set. 2025]. Documentos 418. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1042092/1/DOCUMENTOS418.pdf

3. Andrade RG, Bolfe EL, Victoria DC, Nogueira SF. Avaliação das condições de pastagens no cerrado brasileiro por meio de geotecnologias. Rev Bras Agropec Sustentável. 2017;7(1):34-41. https://doi.org/10.21206/rbas.v7i1.376

4. Atlas das pastagens, UFG. Atlas das pastagens. [Internet]. 2023 [acesso em 2025 ago 20]. Disponível em: https://atlasdaspastagens.ufg.br/map

5. Riet-Correa B, Castro MB, Lemos RAA, Riet-Correa G, Mustafa V, Riet-Correa F. *Brachiaria* spp. poisoning of ruminants in Brazil. Pesqui. Vet. Bras. 2011;31(3):183-92. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2011000300001

6. Assumaidaee AAM, Mustapha NM. Toxicity of signal grass (*Brachiaria decumbens*) : a review article. J. Adv. Med. Res. 2012;2:18-39. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339815783_Toxicity_of_Signal_Grass_Brachiaria_Decumbens_a_Review_Article_Article_Info

7. Melo GKA, Ítavo CCBF, Silva JA, Ferelli KLSM, Silva PCG, Pupin RC, et al. Poisoning by *Brachiaria* spp. in various lamb breeds at increasing levels of supplementation during growth. Pesq. Vet. Bras. 2019;39(12):978-982. https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6478

8. Muniandy KV, Chung ELT, Jaapar MS, Hamdan MH, Reduan M F H, Salleh A, et al. The influence of feeding low and high level of *Brachiaria decumbens* diets on the hematology, serum biochemistry, and acute phase proteins of sheep. Trop. Anim. Health Prod. 2021;53(372):1-7. https://doi.org/10.1007/s11250-021-02820-1

9. Skalski J, Dittrich JR. Epidemiologia de intoxicações de herbívoros por plantas na região metropolitana de Curitiba, Paraná. Arch. Vet. Sci. [Internet]. 6º de julho de 2017 [citado 5º de setembro de 2025];22(1). Disponível em: https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/46047

10. de Melo GKA, Ítavo CCBF, Silva JA, Monteiro KLS, Faccin TC, Pupin RC, et al. Poisoning by *Brachiaria* spp. in suckling lambs supplemented and unsupplemented in a creep-feeding system. Small Ruminant Res. 2018;158:30-34. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.11.014

11. Moreira N, Martin CC, Hilgert AR, Tostes RA, Viott ADM. Surto de fotossensibilização hepatógena em bovinos por ingestão de *Brachiaria decumbens* no município de Cascavel - PR. Arch Vet Sci. 2018;23(1):52–62. https://doi.org/10.5380/avs.v23i1.41659

12. Ogliari D, Molossi FA, Savaris T, Wicpolt NS, Zancan I, Gava A. Intoxicação espontânea por *Brachiaria* híbrida cv mulato I em ovinos e caprinos e experimental por *Brachiaria* híbrida cv mulato II em ovinos. Pesq. Vet. Bras. 2018;38(2):229-233. https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-4747

13. Amado GP, Silva CCB, Barbosa FMS, Nascimento HHL, Malta KC, Azevedo MV, et al. Surtos de fotossensibilização e dermatite alérgica em ruminantes e equídeos no nordeste do Brasil. Pesq. Vet. Bras. 2018;38(5):889-895. https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5583

14. Montoya-Ménez CB, Ruíz-Ramírez JA, Márquez LJG, Méndez-Bernal A, Morales-Salinas E, Ramírez-Romero R, et al. Hepatogenous photosensitization by *Brachiaria* spp. in sheep: first report in Mexico. Braz. J. Vet. Pathol. 2019;12(3):128-133. https://doi.org/10.24070/bjvp.1983-0246.v12i3p128-133

15. Guimarães Carmo J dos S, Nunes Costa J, Almeida Biscarde CE, da Anunciação Pimentel L, de Oliveira Filho JC, Abreu Mendonça AP. Hepatogenous photosensitization in steer by *Brachiaria* decumbens. Acta Scientiae Vet. [Internet]. 1º de janeiro de 2021 [citado 28º de agosto de 2025];49. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/ActaScientiaeVeterinariae/article/view/114124

16. Faccin TC, Brumatti RC, Lima SC, Madureira RC, Fernandes CES, Kommers GD, et al. Perdas econômicas pela condenação em matadouro frigorífico de fígados de bovino por fibrose causada por ingestão de Braquiaria spp. Pesq. Vet. Bras. 2015;35(6):547-551. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015000600010

17. Faccin TC, Kommers GD, Galiza GJN, Pupin RC, Madureira RC, Lemos RAA. Chronic liver disease in cattle associated with ingestion of *Brachiaria* spp. Cienc. Rural. 2016;46(11):2036-2042. https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160297

18. Araújo RR, Pupin RC, Madureira RC, Morais LG de, Quevedo L de S, Lemos RAA de, et al. Characterization and frequency of histological changes in bovine livers from slaughterhouses in Brazil kept on *Brachiaria* spp. Acta Scientiae Vet. [Internet]. 1º de janeiro de 2017 [citado 28º de agosto de 2025];45(1):9. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/ActaScientiaeVeterinariae/article/view/79385

19. Brum KB. Papel das saponinas e do Pithomyces chartarum como agentes hepatotóxicos para ruminantes em sistema de pastejo [tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2006. 93 p.

20. Faccin TC, Riet-Correa F, Rodrigues FS, Santos AC, Melo GKA, Silva JA, et al. Poisoning by *Brachiaria* brizantha in flocks of naïve and experienced sheep. Toxicon. 2014;82:1-8. https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2014.02.008

21. Driemeier D, Döbereiner J, Peixoto PV, Brito MF. Relação entre macrófagos espumosos ("foam cells") no fígado de bovinos e ingestão de *Brachiaria* spp no Brasil. Pesq. Vet. Bras. 1999;19(2):79-83. https://doi.org/10.1590/S0100-736X1999000200005

22. Souza RIC, Riet-Correa F, Brum KB, Fernandes CE, Barbosa-Ferreira M, Lemos RAA. Intoxicação por *Brachiaria* spp. em bovinos no Mato Grosso do Sul. Pesq. Vet. Bras. 2010;30(12):1036-1042. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2010001200006

23. Furlan FH, Colodel EM, Lemos RAA, Castro MB, Mendonça FS, Riet-Correa F. Poisonous plants affecting cattle in central-western Brazil. IJPPR. [Internet]. 2012 [citado 29 de agosto de 2025];2:1-13. Disponível em: https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/oc/np/PoisonousPlants/Fall2012/PoisonousPlantResearch.pdf

24. Driemeier D, Barros SS, Peixoto PV, Tokarnia CH, Döbereiner J, Brito MF. Estudos histológico, histoquímico e ultra-estrutural de fígados e linfonodos de bovinos com presença de macrófagos espumosos ("foam cells"). Pesq Vet Bras. 1998;18(1):29-34. https://doi.org/10.1590/S0100-736X1998000100005

25. Gomar MS, Driemeier D, Colodel EM, Gimeno EJ. Lectin histochemistry of foam cells in tissues of cattle grazing *Brachiaria* spp. J Vet Med A. 2005;52(1):18-21. https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.2004.00683.x

26. Santos JW, Wafae N, Beletti ME. Myocardial bridge associated with cardiovascular injuries in bovines adult of canchim race. Arq Bras Cardiol. 2012;98(1):22-29. https://doi.org/10.1590/s0066-782x2012005000003

27. França LHG, Pereira AH, Perini SC, Aveline CC, Argenta R, Mollerkes RO, et al. Aterogênese em artéria ilíaca comum de suínos submetidos à homocisteinemia induzida pela ingestão de metionina. Rev Bras Med Vet. 2006;28(1):20-26. https://doi.org/10.1590/S1677-54492006000100003

28. Brum KB, Haraguchi M, Ricardo AAL, Riet-Correa F, Fioravanti MCS. Crystal-associated cholangiopathy in sheep grazing *Brachiaria* decumbens containing the saponin protodioscin. Pesq Vet Bras. 2007;27(1):39-42. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2007000100007

29. Carollo V, Di Giancamillo A, Vitari F, Schneider R, Domeneghini C. Immunohistochemical aspects of Ito and Kupffer cells in the liver of domesticated and wild ruminants. Open J Vet Med. 2012;2:129-136. https://doi.org/10.4236/ojvm.2012.23022

30. Oliveira CHS, Barbosa JD, Oliveira CMC, Bastianetto E, Melo MM, Haraguchi M, et al. Hepatic photosensitization in buffaloes intoxicated by *Brachiaria* decumbens in Minas Gerais state, Brazil. Toxicon. 2013;73:121-129. https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2013.07.001

31. Torres MB, Coelho KI. Foamy macrophages in the liver of cattle fed *Brachiaria* brizantha hay. Vet Hum Toxicol. 2003 Jun;45(3):163-164. PMID: 12776798.

32. Fioravanti MCS. Incidência, avaliações clínica, laboratorial e anatomopatológica da intoxicação subclínica por esporidesmina em bovinos [tese]. Botucatu (SP): Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista; 1999. 256 p.

33. Moreira CN, Morais M, Garcia EC, Neto SC, Araújo EG de, Fioravanti MCS. Bovinos alimentados com *Brachiaria* spp e Andropogon gayanus: alterações histológicas de fígado e linfonodos. Cienc. Anim. Bras. [Internet]. 3º de abril de 2009 [citado 29º de agosto de 2025];10(1):206-218. Disponível em: https://revistas.ufg.br/vet/article/view/1057

34. Fagliari JJ, Oliveira JA, Kuchembuck MRG, Curi PR. Intoxicação natural de bovinos pela micotoxina esporidesmina III. Desenvolvimento ponderal de bovinos intoxicados. Arq Bras Med Vet Zootec. 1993;45(3):283-289.

35. Banks WJ. Histologia veterinária aplicada. 2. ed. São Paulo: Manole; 1992. 629 p.

36. Lertora WJ, Villordo GI, Mussart NB, Catuogno MS, S.Negrette M. Una leche bubalina rica en ácidos grasos trans incrementó la colesterolemia y tendió a agravar la ateroesclerosis en conejos. Rev Vet. 2019;30(1):32-38. https://doi.org/10.30972/vet.3013895

37. Lawrence TE, Whatley JD, Montgomery TH, Perino LJ. A comparison of the USDA ossification-based maturity system to a system based on dentition. J Anim Sci. 2001;79(7):1683-1690. https://doi.org/10.2527/2001.7971683x

38. Assis E, editor. Manual de boas práticas em patologia [online]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Patologia; 2021 [citado 2025 Set 5]. 92 p. Disponível em: https://www.sbp.org.br/wp-content/uploads/2020/09/miolo-final-ebook-FINAL-COM-CORRECOES-23-09.pdf. ISBN 978-65-88327-00-5.

39. Luna LG. Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3. ed. New York: McGraw-Hill; 1968. 258 p.

40. Rappaport AM. The microcirculatory hepatic unit. Microvasc Res. 1973;6(2):212-228.

41. Grecco FB, Schild AL, Soares MP, Marcolongo-Pereira C, Estima-Silva P, Sallis ESV. Aspectos epidemiológicos e padrões de lesões hepáticas em 35 surtos de intoxicação por Senecio spp. em bovinos no sul do Rio Grande do Sul. Pesq Vet Bras. 2010;30(5):389-397. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2010000500003

42. Henriksen SM, Nybing JD, Bouert R, Havsteen I, Christensen AF, Jensen K, et al. A computer-based method for precise detection and calculation of affected skin areas. Clin Physiol Funct Imaging. 2016;36(6):464-467. https://doi.org/10.1111/cpf.12251

43. Sorrentino G, Rezakhani S, Yildiz E, Nuciforo S, Heim MH, Lutolf MP, Schoonjans K. Mechano-modulatory synthetic niches for liver organoid derivation. Nature Communications. 2020; 11(3416): 1-14. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41467-020-17161-0

44. Tan S, Bai J, Xu M, Zhang L, Wang Y. Thioredoxin-1 activation by pterostilbene protects against doxorubicin-induced hepatotoxicity via inhibiting the NLRP3 inflammasome. Frontiers in Pharmacology. 2022; 13(841330):1-15. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fphar.2022.841330

45. Oktanella Y, Fahlevi MR, Untari H, Hendrawan VF, Mahalita NR, Jamilaturrosyidah J, Poetranto AL. Alterations in liver enzymes and histopathological changes in an animal model of polycystic ovary syndrome. Open Veterinary Journal. 2025; 15(7): 3277-3284. Disponível em: https://doi.org/10.5455/OVJ.2025.v15.i7.38

46. Vaz FN, Restle J, Pádua JT, Fonseca CA, Pascoal LL, Severo MM. Componentes não carcaça de bovinos nelore abatidos com diferentes pesos. Rev Bras Ciênc Anim. 2015;16(3):313-323. https://doi.org/10.1590/1089-6891v16i318694

47. Jorge AM, Fontes CAA. Crescimento relativo dos componentes do corpo de zebuínos de diferentes raças. Acta Sci Anim Sci. 2000;22(3):801-805. Disponível em: https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/3202/2251

48. Ferrell CL, Jenkins TG. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: ii. angus, boran, brahman, hereford, and tuli sires. J Anim Sci. 1998;76(2):647-657. https://doi.org/10.2527/1998.762647x

49. Lemos RAA, Ferreira LCL, Silva SM, Nakazato L, Salvador SC. Fotossensibilização e colangiopatia associada a cristais em ovinos em pastagem com *Brachiaria decumbens*. Ciênc Rural. 1996;26(1):109-113. https://doi.org/10.1590/S0103-84781996000100020

50. Lemos RAA, Nakazato L, Herrero Junior GO, Silveira AC, Porfirio LC. Fotossensibilização e colangiopatia associada a cristais em caprinos mantidos sob pastagens de *Brachiaria decumbens* no Mato Grosso do Sul. Ciênc Rural. 1998;28(3):507-510. https://doi.org/10.1590/S0103-84781998000300026

51. Barbosa JD, Oliveira CMC, Tokarnia CH, Peixoto PV. Fotossensibilização hepatógena em eqüinos pela ingestão de *Brachiaria* humidicola (Gramineae) no estado do Pará. Pesq Vet Bras. 2006;26(3):147-153. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2006000300003

52. Rosa FB, Rubin MIB, Martins TB, Lemos RAA, Gomes DC, Pupin RC, et al. Spontaneous poisoning by *Brachiaria decumbens* in goats. Pesq Vet Bras. 2016;36(5):389-396. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000500006

53. Seixas JN, Pinto CA, Rodrigues A, Tokarnia CH, França TN, Graça FAS, et al. Estudo comparativo das intoxicações por *Brachiaria* spp. e Pithomyces chartarum em bovinos. Rev Bras Med Vet. 2016;38(supl.2):1-10. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315679631

54. Lelis DL, Rennó LN, Chizzotti ML, Pereira CER, Silva JCP, Moreira LGT, et al. Photosensitization in naïve sheep grazing signal grass (*Brachiaria decumbens*) under full sunlight or a silvopastoral system. Small Rumin Res. 2018;169:24-28. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.08.018

55. Mustafa VS, Moscardini ARC, Borges JRJ, Reckziegel GC, Riet-Correa F, Castro MB. Intoxicação natural por *Brachiaria* spp. em ovinos no Brasil central. Pesq Vet Bras. 2012;32(12):1272-1280. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012001200010

56. Costa SZR, Nespoli PB, Bezerra Júnior PS, Nogueira VA, Driemeier D, Boabaid FM, et al. Avaliação lectino-histoquímica de fígado e rim de ovinos com fotossensibilização causada por *Brachiaria decumbens*. Pesq Vet Bras. 2013;33(8):955-962. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2013000800001

57. Alessi AC, Fagliari JJ, Okuda HT, Passipieri M. Intoxicação natural de bovinos pela micotoxina esporidesmina. 4 - Lesões hepáticas. Arq Bras Med Vet Zootec. 1994;46(3):319-328.

58. Fagliari JJ, Passipieri M, Kuchembuuck MRG, Curi PR. Intoxicação natural de bovinos pela micotoxina esporidesmina II aspectos clinicos. Arq Bras Med Vet Zootec. 1993;45(3):275-282.

59. McGavin MD, Zachary JJ. Bases da Patologia em Veterinária. 5th ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier; 2013. 1344 p.

60. Döbereiner J, Tokarnia CH, Monteiro M do C da C, Cruz LCH da, Carvalho EG de, Primo AT. Intoxicação de bovinos e ovinos em pastos de *Brachiaria decumbens* contaminados por Pithomyces chartarum. Pesq. Agrop. Bras. [Internet]. 15º de abril de 2014 [citado 1º de setembro de 2025];11(9):87-94. Disponível em: https://apct.sede.embrapa.br/pab/article/view/17045

61. Costa RFR, Demarque KC, Santos IF, Verardino H, Almeida LAM, Amoril JG, et al. Aspectos histológicos das lesões hepatotóxicas no exame post mortem de bovinos. R Bras Ci Vet. 2006;13(3):147-152. https://doi.org/10.4322/rbcv.2014.288

62. Caicedo JA, Ospina JC, Chaves CA, Peña J, Lozano MC, Doncel B. Lesiones hepáticas en bovinos mantenidos en pasturas de *Brachiaria decumbens* en Mesetas, Meta (Colombia). Rev Med Vet Zoot. 2012;59(II):102-108. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-29522012000200004&lng=pt&nrm=iso&tlng=en

63. Minervino AH, Barrêto Júnior RA, Rodrigues FA, Ferreira RNF, Reis LF, Headley SA, et al. Hepatogenous photosensitization associated with liver copper accumulation in buffalos. Res Vet Sci. 2010;88:519-522. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2009.12.005

64. Riet-Correa B, Riet-Correa F, Oliveira Junior CA, Duarte VC, Riet-Correa G. Alterações histológicas em fígados e linfonodos de búfalos (Bubalus bubalis) mantidos em pastagens de *Brachiaria* spp. Pesq Vet Bras. 2010;30(9):705-711. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2010000900001

65. Cruz C, Driemeier D, Pires VS, Schenkel EP. Experimentally induced cholangiohepatopathy by dosing sheep with fractionated extracts from *Brachiaria decumbens*. J Vet Diagn Invest. 2001;13(2):170-172. https://doi.org/10.1177/104063870101300215

66. Driemeier D, Colodel EM, Seitz AL, Barros SS, Cruz CEF. Study of experimentally induced lesions in sheep by grazing *Brachiaria decumbens*. Toxicon. 2002;40(7):1027-1031. https://doi.org/10.1016/s0041-0101(01)00276-8

67. Mendonça FS, Camargo LM, Freitas SH, Dória RGS, Baratella-Evêncio L, Neto JE. Aspectos clínicos e patológicos de um surto de fotossensibilização hepatógena em ovinos pela ingestão de *Brachiaria decumbens* (*Gramineae*) no município de Cuiabá, Mato Grosso. Ciênc anim bras. 2008;9(4):1034-41. Disponível em: https://revistas.ufg.br/vet/article/view/525

68. Albernaz TT, Silveira JAS, Silva NS, Oliveira CHS, Reis ASB, Oliveira CMC, et al. Fotossensibilização em ovinos associada à ingestão de *Brachiaria* brizantha no estado do Pará. Pesq Vet Bras. 2010;30(9):741-748. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2010000900006

69. Oliveira RS, Silva RMM, Dutra PA, Ferreira EA, Pinheiro EEG, Macêdo JTSA, et al. Intoxicação espontânea por *Brachiaria decumbens* em ovinos no estado da Bahia. Arq Pesq Anim. 2012;1(2):58-63.

70. Porto MR, Saturnino KC, Lima EMM, Lee ST, Lemos RAA, Marcolongo-Pereira C, et al. Avaliação da exposição solar na intoxicação experimental por *Brachiaria decumbens* em ovinos. Pesq Vet Bras. 2013;33(8):1009-1015. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2013000800011

71. Pupin RC, Melo GKA, Heckler RF, Faccin TC, Ítavo CCBF, Fernandes CE, et al. Identification of lamb flocks susceptible and resistant against *Brachiaria* poisoning. Pesq Vet Bras. 2016;36(5):383-388. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000500005

72. Miranda IC, Riet-Correa G, Oliveira Júnior CA, Riet-Correa B, Peixoto PV, Costa SZR, et al. Avaliação lectino-histoquímica de fígado e linfonodo mesentérico de búfalos mantidos em pastagens de *Brachiaria* spp. Pesq Vet Bras. 2016;36(9):798-804. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000900002

73. Bogliolo L, Brasileiro Filho G. Patologia. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006. 1243 p.

74. Pacheco JCG. Fotossensibilização em cordeiros recriados e suplementados em pastagem de *Brachiaria* brizantha cv. Marandu [tese]. Pirassununga (SP): Universidade de São Paulo; 2014. 102 p. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-25092014-090007/publico/DO2509859COR.pdf

75. Jesus RP, Waitzberg DL, Campos FG. Regeneração hepática: papel dos fatores de crescimento e nutrientes. Rev Assoc Med Bras (1992). 2000;46(3):242-254. https://doi.org/10.1590/s0104-42302000000300010

76. Tokarnia CH, Döbereiner J, Peixoto PV. Poisonous plants affecting livestock in Brazil. Toxicon. 2002;40(12):1635-1660. https://doi.org/10.1016/S0041-0101(02)00239-8

77. Zitnan R, Voigt J, Kuhla S, Wegner J, Chudy A, Schoenhusen U, et al. Morphology of small intestinal mucosa and intestinal weight change with metabolic type of cattle. Vet Med. 2008;53(10):525-532. https://doi.org/10.17221/1968-VETMED

78 - Montanholi Y, Fontoura A, Swanson K, Coomber B, Yamashiro S, Miller S. Small intestine histomorphometry of beef cattle with divergent feed efficiency. Acta Vet. Scand. 2013;55(1):9. https://doi.org/10.1186/1751-0147-55-9

79. Vaz FN, Restle J, Pádua JT, Fonseca CA, Pacheco PS. Características de carcaça e receita industrial com cortes primários da carcaça de machos nelore abatidos com diferentes pesos. Cienc. Anim. Bras. 2013;14(2):200-207. https://doi.org/10.5216/cab.v14i2.21123

80. Fagliari JJ, Okuda HT, Kuchemburk MRG, Curi PR. Intoxicação natural de bovinos pela micotoxina esporidesmina. I. Aspectos epidemiológicos. Arq Bras Med Vet Zootec. 1993;45(3):263-274.