



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

IURY QUEIROZ FREITAS

**EFEITOS DO ENRIQUECIMENTO ACÚSTICO SOBRE OS PARÂMETROS
COMPORTAMENTAIS, SEMINAIS E HEMATOLÓGICOS DE CARNEIROS RABO
LARGO MANTIDOS EM CONFINAMENTO**

FORTALEZA

2026

IURY QUEIROZ FREITAS

EFEITOS DO ENRIQUECIMENTO ACÚSTICO SOBRE OS PARÂMETROS
COMPORTAMENTAIS, SEMINAIS E HEMATOLÓGICOS DE CARNEIROS RABO
LARGO MANTIDOS EM CONFINAMENTO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro
de Ciências Agrárias da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharelado em Zootecnia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carla Renata
Figueiredo Gadelha.

FORTALEZA

2026

IURY QUEIROZ FREITAS

EFEITOS DO ENRIQUECIMENTO ACÚSTICO SOBRE OS PARÂMETROS
COMPORTAMENTAIS, SEMINAIS E HEMATOLÓGICOS DE CARNEIROS RABO
LARGO MANTIDOS EM CONFINAMENTO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro
de Ciências Agrárias da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharelado em Zootecnia.

Aprovado em: 07/07/2026

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Carla Renata Figueiredo Gadelha (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Aderson Martins Viana Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

M.Sc. Alan Martins de Araújo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos do enriquecimento acústico sobre os parâmetros comportamentais, seminais, hematológicos e bioquímicos de carneiros Rabo Largo mantidos em confinamento. Foram utilizados cinco carneiros adultos, alojados individualmente e avaliados em duas fases consecutivas de quatro semanas: Fase I, anterior ao enriquecimento, e Fase II, com exposição à música instrumental do gênero Bandari, na intensidade de 60 dB, durante três horas por sessão, três vezes por semana. Os comportamentos foram registrados por observação direta, e o sêmen foi coletado semanalmente para avaliação das características seminais iniciais, do vigor e da motilidade durante o teste de termorresistência, antes e após 4 e 24 horas de resfriamento a 5 °C, e da morfologia espermática. Também foram avaliados parâmetros hematológicos e bioquímicos séricos. Os dados foram submetidos a testes paramétricos ou não paramétricos, conforme a distribuição, enquanto o vigor, a motilidade e os defeitos espermáticos foram analisados por transformação de postos alinhados, adotando-se nível de significância de 5%. Na Fase II, observaram-se maiores motilidade massal e volume seminal, menor concentração espermática e maiores valores de motilidade durante o teste de termorresistência no sêmen fresco e resfriado ($p < 0,05$). O vigor espermático também foi maior após 4 e 24 horas de resfriamento ($p < 0,05$). Os defeitos espermáticos não diferiram entre as fases ($p > 0,05$), mas aumentaram com o prolongamento do resfriamento ($p < 0,05$). Na Fase II, em comparação à Fase I, os carneiros apresentaram maior tempo de ruminação, decúbito e repouso com os olhos fechados, bem como menor frequência de vocalização, mordedura da parede e locomoção circular repetitiva ($p < 0,05$). Não foram observadas diferenças entre as fases nos parâmetros hematológicos e bioquímicos avaliados ($p > 0,05$). Conclui-se que o enriquecimento acústico favoreceu respostas comportamentais indicativas de maior conforto e melhores características funcionais do sêmen, sem alterar a morfologia espermática ou os parâmetros hematológicos e bioquímicos.

Palavras-chave: bem-estar animal; comportamento animal; enriquecimento ambiental; ovinos; qualidade seminal.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of acoustic enrichment on the behavioral, seminal, hematological, and biochemical parameters of confined Rabo Largo rams. Five adult rams were housed individually and evaluated during two consecutive four-week phases: Phase I, before acoustic enrichment, and Phase II, with exposure to Bandari instrumental music at an intensity of 60 dB for three hours per session, three times a week. Behavioral responses were recorded through direct observation, and semen was collected weekly to evaluate initial seminal characteristics, sperm vigor and motility during the thermoresistance test, before and after 4 and 24 hours of cooling at 5 °C, and sperm morphology. Hematological and serum biochemical parameters were also evaluated. Data were analyzed using parametric or nonparametric tests, according to their distribution, whereas sperm vigor, motility, and morphological defects were analyzed using aligned rank transformation, considering a significance level of 5%. In Phase II, mass motility and seminal volume were higher, sperm concentration was lower, and sperm motility during the thermoresistance test was greater in both fresh and cooled semen ($p < 0.05$). Sperm vigor was also higher after 4 and 24 hours of cooling ($p < 0.05$). Sperm morphological defects did not differ between phases ($p > 0.05$), but increased with longer cooling periods ($p < 0.05$). Compared with Phase I, rams in Phase II spent more time ruminating, lying down, and resting with their eyes closed, and showed lower frequencies of vocalization, wall biting, and repetitive circular locomotion ($p < 0.05$). No differences were observed between phases in the hematological and biochemical parameters evaluated ($p > 0.05$). It is concluded that acoustic enrichment favored behavioral responses indicative of greater comfort and improved functional semen characteristics, without altering sperm morphology or hematological and biochemical parameters.

Keywords: animal behavior; animal welfare; environmental enrichment; sheep; semen quality.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Características seminais iniciais de carneiros Rabo Largo antes e durante o enriquecimento acústico.....	14
Tabela 2	– Vigor e motilidade espermática do sêmen fresco e resfriado de carneiros Rabo Largo durante o teste de termorresistência nas fases I e II.....	15
Tabela 3	– Defeitos morfológicos espermáticos de carneiros Rabo Largo segundo a fase experimental e o período de resfriamento do sêmen.....	16
Tabela 4	– Duração e frequência dos comportamentos de carneiros Rabo Largo nas fases I e II do experimento.....	17
Tabela 5	– Parâmetros hematológicos e bioquímicos séricos de carneiros Rabo Largo antes e durante o enriquecimento acústico.....	18

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1	Local, animais e delineamento experimental.....	9
2.2	Elaboração do etograma.....	9
2.3	Enriquecimento ambiental	10
2.4	Coleta de sêmen	11
2.4.1	<i>Análise seminal</i>	11
2.4.2	<i>Resfriamento do sêmen</i>	11
2.4.3	<i>Morfologia espermática</i>	12
2.5	Coleta de sangue.....	12
2.6	Análise estatística.....	12
3	RESULTADOS	14
4	DISCUSSÃO.....	20
5	CONCLUSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura intensiva tem aumentado de forma significativa nas últimas décadas devido à crescente necessidade de maior eficiência produtiva, bem como de maior controle zootécnico de seus rebanhos. Entretanto, os sistemas de confinamento expõem os animais a uma ampla gama de estressores, incluindo limitação de espaço, isolamento social, modificação térmica e limitação da expressão do comportamento natural, afetando diretamente o bem-estar deles (BROOM, 1986). O estresse ocorre quando os mecanismos fisiológicos de adaptação do animal são excedidos, resultando em alterações comportamentais e fisiológicas capazes de comprometer a saúde e o desempenho produtivo (BROOM, 1986). O estresse crônico em ovinos também eleva a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), o que promove a secreção de glicocorticoides (especialmente cortisol) que podem afetar negativamente o metabolismo, a imunidade e a reprodução (TILBROOK; TURNER; CLARKE, 2000).

O estresse é, portanto, um dos principais problemas enfrentados pelo bem-estar dos ovinos em sistemas de criação intensiva e ele pode ser mensurado pelos parâmetros fisiológicos e comportamentais. De acordo com Marai et al. (2007), o estresse térmico induz uma alteração significativa na homeostase dos pequenos ruminantes, caracterizada por aumento da frequência respiratória, aumento da temperatura corporal, bem como modificações hematológicas e metabólicas. Além disso, o confinamento e a restrição social podem limitar a expressão de comportamentos próprios da espécie e favorecer alterações comportamentais indicativas de comprometimento do bem-estar, incluindo comportamentos anormais (NOWAK et al., 2008; CAROPRESE et al., 2009). Comportamentos repetitivos em animais confinados, como morder estruturas, movimentos estereotipados e comportamento agressivo em relação ao ambiente, contribuem para condições de bem-estar precárias (BROOM; FRASER, 2015). Do ponto de vista reprodutivo, como argumentado por Tilbrook, Turner e Clarke (2000), concentrações elevadas de cortisol circulante afetam a secreção de hormônios reprodutivos, o que pode comprometer a função testicular e a qualidade do sêmen. Carluccio et al. (2013) mostraram que jumentos expostos a condições ambientais de menor estresse possuíam espermatozoides mais vigorosos e móveis, traçando uma linha entre os níveis de bem-estar e a produtividade reprodutiva.

Devido aos danos causados pelo estresse, outras estratégias de mitigação em sistemas de produção animal intensiva estão sendo adotadas para melhorar o bem-estar e reduzir os efeitos fisiológicos prejudiciais do confinamento. Estas incluem o melhor controle

de instalações, adequação das instalações, controle térmico e enriquecimento ambiental (YOUNG, 2003). O enriquecimento ambiental consiste na introdução de estímulos capazes de aumentar a complexidade do ambiente e favorecer a expressão de comportamentos próprios da espécie, contribuindo para a melhoria do bem-estar dos animais mantidos em confinamento (YOUNG, 2003; BROOM; FRASER, 2015). Em pequenos ruminantes, diferentes formas de enriquecimento têm sido associadas a respostas comportamentais favoráveis, como maior atividade e menor ocorrência de estereotípias, embora os efeitos variem conforme o tipo de estímulo e as condições de aplicação (CALDARA; BUCHINI; GARCIA, 2025).

Entre as diferentes formas de enriquecimento ambiental, o enriquecimento acústico consiste na oferta controlada de estímulos sonoros, com o objetivo de modular as respostas comportamentais e fisiológicas dos animais. Em cães mantidos em abrigo, a exposição à música clássica aumentou o tempo de repouso e de silêncio e reduziu o tempo de permanência em pé, indicando comportamentos associados ao relaxamento (WELLS; GRAHAM; HEPPEL, 2002). Em ovinos, a exposição a uma composição musical reproduzida a 55 dB favoreceu o desempenho cognitivo e reduziu a secreção de cortisol, enquanto outro tipo de música aumentou a inquietação dos animais, evidenciando que os efeitos do enriquecimento acústico dependem das características do estímulo utilizado (TU et al., 2025). Da mesma forma, ambientes menos estressantes promovem melhor estabilidade fisiológica e metabólica, o que leva a melhores parâmetros reprodutivos e melhor qualidade do sêmen também (AITKEN; BAKER, 2004). Embora não esteja claro o processo fisiológico exato, acredita-se que a modulação do ambiente acústico pode influenciar diretamente a resposta neuroendócrina ao estresse, levando à melhoria do bem-estar dos animais.

Apesar de vários avanços no enriquecimento ambiental em animais de produção, ainda são escassos os estudos avaliando a influência do enriquecimento acústico em parâmetros comportamentais, hematológicos e seminais em ovinos confinados, especificamente. A maioria dos estudos publicados envolve uma resposta comportamental geral ou considera outras espécies animais e fornece pouca informação sobre o impacto da estimulação acústica em indicadores fisiológicos e reprodutivos em pequenos ruminantes. Portanto, são necessários estudos que explorem a ligação entre enriquecimento acústico, estresse e qualidade reprodutiva em ovinos mantidos em sistemas de criação intensiva.

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos do enriquecimento ambiental acústico por meio da análise de parâmetros comportamentais, seminais e hematológicos de ovinos em confinamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local, animais e delineamento experimental

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Ceará, Departamento de Zootecnia, no Laboratório de Estudos em Reprodução Animal (LERA), em Fortaleza – CE (latitude sul de 03°45’47” e longitude oeste de 38°32’23”), de fevereiro a junho de 2025. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP) da referida instituição (protocolo nº 2605202501).

Foram utilizados 5 carneiros da raça Rabo Largo com peso médio de 49,1 ± 3,4 kg, com 3 anos de idade, alojados individualmente sob manejo intensivo. Os animais foram identificados e alocados em baias individuais de alvenaria (2 m²), providas de comedouro e bebedouro, mantidos em condições higiênico-sanitárias adequadas. Antes da realização dos períodos experimentais, foram devidamente vermifugados para que não contraíssem nenhuma doença e manterem sua condição de saúde apta para experimentação.

Esses animais foram avaliados, quanto ao seu comportamento, qualidade seminal e parâmetros hematológicos em duas fases: fase pré-experimental (Fase I) e fase experimental (Fase II), que se diferenciava da primeira pela aplicação do estímulo acústico. O estudo foi conduzido com as medidas repetidas no tempo, em que o mesmo grupo de animais constituía as unidades experimentais na Fase I e Fase II.

2.2 Elaboração do etograma

O etograma (Quadro 1) foi criado com base em observação direta, animal focal, *ad libitum*. Os comportamentos foram classificados em categorias previamente definidas, incluindo comportamentos normais (alimentação, ruminação e repouso) e estereotípias. Após a elaboração do etograma, os comportamentos dos animais foram registrados a cada 48 horas, no período da tarde, por 3 horas, ao longo de todo o estudo.

Quadro 1 - Etograma utilizado para avaliação comportamental de carneiros Rabo Largo.

Comportamento	Descrição	Registro
Ingestivos		
Ruminação	Mastigação do bolo alimentar regurgitado do rúmen.	Duração (min)
Ingestão de água	Animal posiciona o focinho no bebedouro e realiza sucção e deglutição de água.	Frequência (n)
Busca no cocho	Animal introduz a cabeça no cocho e explora seu conteúdo, com ou sem ingestão de	Frequência (n)

Comportamento	Descrição	Registro
	alimento.	
Posturais e de repouso		
Cabeça para fora	Animal mantém a cabeça projetada para fora dos limites da baia.	Duração (min)
Decúbito	Animal permanece com o tronco apoiado no piso, em posição esternal ou lateral.	Duração (min)
Repouso com olhos fechados	Animal permanece em decúbito, com os olhos fechados, reduzida movimentação corporal e respiração mais lenta.	Duração (min)
Fisiológicos e de manutenção		
Bocejo	Abertura ampla da boca acompanhada de inspiração profunda.	Frequência (n)
Micção	Eliminação de urina.	Frequência (n)
Defecação	Eliminação de fezes.	Frequência (n)
Coçar-se	Animal fricciona alguma região do corpo utilizando a boca, os membros ou estruturas da baia.	Frequência (n)
Interação com o ambiente		
Vocalização	Emissão de balidos.	Frequência (n)
Reflexo de Flehmen	Animal eleva a cabeça e curva o lábio superior após a percepção de estímulo olfativo.	Frequência (n)
Lambedura de urina	Animal lambe a urina presente no piso ou em outra superfície da baia.	Frequência (n)
Interação com estruturas da baia	Animal toca, lambe ou morde cercas, portas ou outros elementos da baia.	Frequência (n)
Estereotípias		
Marrada repetitiva	Animal realiza investidas repetidas com a cabeça contra a porta ou outra estrutura da baia.	Frequência (n)
Mordedura do cocho	Animal abocanha ou rói repetidamente o cocho.	Frequência (n)
Mordedura da parede	Animal abocanha ou rói repetidamente a parede da baia.	Frequência (n)
Locomoção circular repetitiva	Animal realiza deslocamentos repetidos em trajetória circular dentro da baia.	Frequência (n)

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

2.3 Enriquecimento ambiental

O enriquecimento consistiu na reprodução de música do gênero Bandari, de volume moderado, para evitar qualquer desconforto ou aversão do animal. A música era lenta, induzindo relaxamento, com frequência sonora entre 125 Hz e 3 kHz e intensidade de 60 dB, por três horas consecutivas (13h–16h), de acordo com Wells et al. (2002). A Fase I foi implementada ao longo de quatro semanas e foi utilizada para obter os parâmetros de base dos animais antes da introdução do enriquecimento acústico. O enriquecimento ambiental acústico foi realizado durante o período experimental de quatro semanas, por três vezes na semana aos

animais, com sessões três horas, utilizando uma caixa de som que reproduzia a música escolhida. Foi utilizado um decibelímetro para medir os decibéis aplicados na sessão. Dessa forma, os animais foram submetidos a um protocolo de exposição acústica contínua (3 horas), permitindo que, posteriormente, fosse feita uma avaliação dos possíveis efeitos do enriquecimento sobre parâmetros comportamentais, seminais e hematológicos. O estímulo acústico foi realizado no período em que não havia manejo dos animais ou das instalações.

2.4 Coleta de sêmen

Os ejaculados foram coletados por meio de vagina artificial específica para pequenos ruminantes acoplada a um tubo Falcon, utilizando uma fêmea previamente condicionada como manequim, uma vez por semana, por 4 semanas consecutivas durante cada fase do experimento, totalizando 8 coletas de sêmen durante todo o experimento. Os ejaculados obtidos foram protegidos da luz e de mudanças bruscas de temperatura e imediatamente encaminhados para as análises laboratoriais.

2.4.1 Análise seminal

Inicialmente foi realizada a análise da motilidade massal, adicionando-se uma alíquota de 5 µL de sêmen sob uma lâmina e avaliada em microscópio óptico. Paralelamente, o volume do ejaculado foi medido diretamente no tubo graduado usando leitura direta e a avaliação macroscópica foi feita com base na cor e aspecto do sêmen.

As amostras foram subsequentemente incubadas em banho-maria a 37 °C e, em seguida, a concentração espermática foi determinada em cubeta de quartzo contendo 4 mL de solução formol-salina a 1%, utilizando-se espectrofotômetro (IL-226-NM, Kasuaki, China), ajustado para o comprimento de onda de 540 nm. Após essa determinação, o sêmen foi diluído em meio à base de Tris e gema de ovo a 10%, e as amostras foram avaliadas por microscopia óptica quanto à motilidade e ao vigor espermáticos, conforme a metodologia descrita pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 2013).

2.4.2 Resfriamento do sêmen

Após a diluição, alíquotas de 300 µL do sêmen foram pipetados, transferidos para tubos de ensaio, refrigerados em um recipiente isotérmico (isopor) a 5 °C, por até 24h. Foram

realizadas análises de vigor e motilidade no teste de termorresistência (TTR). O TTR foi efetuado no tempo 0 (antes do resfriamento), 4 horas após o resfriamento e 24 horas após o resfriamento, avaliando a capacidade dos espermatozoides de manter sua atividade metabólica e motilidade progressiva durante determinado período de incubação, 10, 60 e 120 minutos, sob temperatura controlada, nos três momentos do resfriamento.

2.4.3 Morfologia espermática

Foram confeccionadas lâminas para a determinação da morfologia espermática, avaliadas conforme a classificação descrita por Blom (1973) e preconizada pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 2013). Para isso, 10 µL, correspondente a cada horário do resfriamento (0, 4 e 24 horas) foram depositados em lâminas de vidro para a realização do esfregaço. Em seguida, as lâminas foram coradas utilizando o kit comercial Panótico-Rápido (Newprov[®]). A análise foi realizada em microscópio óptico, com imersão, em aumento de 1000×, contando 200 células por lâmina.

2.5 Coleta de sangue

As amostras de sangue foram coletadas por punção da veia jugular, utilizando tubos tipo Vacutainer com e sem anticoagulante. As amostras com anticoagulante foram destinadas à realização de hemograma completo, em laboratório particular (AniLabor), enquanto as amostras sem anticoagulante foram centrifugadas para obtenção de soro, posteriormente armazenado a -20 °C para análises bioquímicas. Foram avaliados parâmetros como glicose e albumina.

2.6 Análise estatística

Os dados foram analisados no software R (R Core Team, 2026), considerando as Fases I e II. A normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. As variáveis paramétricas foram submetidas à análise de variância, com fase como efeito fixo, seguida do teste de Tukey quando necessário. O volume seminal, a motilidade massal e as variáveis comportamentais foram analisados pelos testes de Kruskal-Wallis e Wilcoxon, com ajuste de Benjamini-Hochberg. O vigor e a motilidade espermática foram avaliados separadamente no sêmen fresco e resfriado por 4 e 24 horas, por transformação de postos alinhados, considerando fase, TTR e interação. O mesmo procedimento foi aplicado aos defeitos

espermáticos, considerando fase, tempo de resfriamento e interação. Os resultados foram expressos como média $\pm$ desvio padrão, adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$)

3 RESULTADOS

As características seminais iniciais dos carneiros Rabo Largo antes e durante o enriquecimento acústico são apresentadas na Tabela 1. Na Fase II, a motilidade massal foi maior que na Fase I, com valores de $4,0 \pm 0,6$ e $3,1 \pm 1,4$, respectivamente ($p < 0,05$). O volume seminal também foi superior na Fase II em comparação à Fase I, com médias de $1,0 \pm 0,3$ e $0,9 \pm 0,2$ mL, respectivamente ($p < 0,05$). Em contrapartida, a concentração espermática foi menor na Fase II, passando de $2,4 \pm 0,8$ para $1,8 \pm 0,4 \times 10^9$ espermatozoides/mL ($p < 0,05$).

Tabela 1 — Características seminais iniciais de carneiros Rabo Largo antes e durante o enriquecimento acústico.

Variável	Fase I	Fase II	p-valor
Motilidade massal (0–5)	$3,1 \pm 1,4^b$	$4,0 \pm 0,6^a$	0,044
Volume seminal (mL)	$0,9 \pm 0,2^b$	$1,0 \pm 0,3^a$	0,015
Concentração espermática ($\times 10^9$ espermatozoides/mL)	$2,4 \pm 0,8^a$	$1,8 \pm 0,4^b$	0,003

Valores expressos em média $\pm$ desvio-padrão. Fase I = período pré-experimental; Fase II = período de enriquecimento acústico. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre as fases ($p < 0,05$). A motilidade massal foi avaliada em escala de 0 a 5.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O vigor e a motilidade espermática do sêmen fresco e resfriado de carneiros Rabo Largo durante o teste de termorresistência nas Fases I e II são apresentados na Tabela 2. No sêmen fresco, o vigor espermático reduziu com o aumento do TTR em ambas as fases, com maiores médias aos 10 min e menores aos 120 min ($p < 0,05$), sem diferença entre as fases em cada tempo avaliado ($p > 0,05$). Para a motilidade, também foi observada redução progressiva ao longo do TTR nas duas fases ($p < 0,05$), porém com valores superiores na Fase II em relação à Fase I em todos os tempos avaliados ($p < 0,05$).

No sêmen resfriado por 4 h, o vigor espermático foi superior na Fase II em relação à Fase I aos 10, 60 e 120 min de avaliação ($p < 0,05$). Em ambas as fases, observou-se redução progressiva do vigor com o avanço do teste de termorresistência ($p < 0,05$). Resultado semelhante foi verificado para a motilidade espermática, que apresentou valores mais elevados na Fase II em todos os tempos avaliados e diminuição ao longo do teste ($p < 0,05$; Tabela 2).

De forma semelhante, no sêmen resfriado por 24 h, tanto o vigor quanto a motilidade espermática foram maiores na Fase II do que na Fase I em todos os tempos de avaliação ($p < 0,05$). Em ambas as fases, houve redução dessas variáveis com o avanço do TTR, sendo os maiores valores observados aos 10 min e os menores aos 120 min ($p < 0,05$; Tabela 2).

Tabela 2 — Vigor e motilidade espermática do sêmen fresco e resfriado de carneiros Rabo Largo durante o teste de termorresistência nas fases I e II.

Condição do sêmen	TTR (min)	Vigor - Fase I	Vigor - Fase II	Motilidade (%) - Fase I	Motilidade (%) - Fase II
Fresco	10	$3,3 \pm 0,8^{aA}$	$3,7 \pm 0,7^{aA}$	$78,3 \pm 8,2^{bA}$	$84,0 \pm 7,4^{aA}$
	60	$2,6 \pm 0,5^{aB}$	$2,8 \pm 0,7^{aB}$	$64,3 \pm 9,1^{bB}$	$72,5 \pm 7,2^{aB}$
	120	$1,6 \pm 0,5^{aC}$	$2,0 \pm 0,3^{aC}$	$47,5 \pm 10,1^{bC}$	$57,8 \pm 8,3^{aC}$
Resfriado por 4 h	10	$2,6 \pm 0,5^{bA}$	$3,6 \pm 0,5^{aA}$	$60,3 \pm 9,2^{bA}$	$76,3 \pm 6,3^{aA}$
	60	$2,3 \pm 0,5^{bB}$	$3,1 \pm 0,5^{aB}$	$54,0 \pm 8,7^{bB}$	$69,8 \pm 8,3^{aB}$
	120	$1,8 \pm 0,4^{bC}$	$2,7 \pm 0,5^{aC}$	$43,8 \pm 9,9^{bC}$	$62,5 \pm 9,5^{aC}$
Resfriado por 24 h	10	$2,5 \pm 0,5^{bA}$	$3,1 \pm 0,6^{aA}$	$49,5 \pm 5,6^{bA}$	$61,3 \pm 3,9^{aA}$
	60	$1,8 \pm 0,4^{bB}$	$2,6 \pm 0,5^{aB}$	$39,3 \pm 4,7^{bB}$	$52,8 \pm 5,5^{aB}$
	120	$1,5 \pm 0,5^{bC}$	$1,9 \pm 0,4^{aC}$	$30,5 \pm 6,3^{bC}$	$42,8 \pm 5,3^{aC}$

Valores expressos em média $\pm$ desvio-padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença entre as fases I e II. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna, dentro de cada condição de conservação, indicam diferença entre os tempos do teste de termorresistência ($p < 0,05$). Fase I = período pré-experimental; Fase II = período de enriquecimento acústico. TTR = teste de termorresistência. O vigor espermático foi avaliado em escala de 0 a 5. O sêmen fresco corresponde à avaliação antes do resfriamento, enquanto as demais avaliações foram realizadas após 4 e 24 horas de armazenamento a 5 °C.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Os defeitos morfológicos espermáticos de carneiros Rabo Largo, segundo a fase experimental e o período de resfriamento do sêmen, são apresentados na Tabela 3. Não foram observadas diferenças entre as Fases I e II para os defeitos totais, maiores ou menores, nem interação entre fase e período de resfriamento ($p > 0,05$). Entretanto, o período de resfriamento influenciou todas as variáveis avaliadas ($p < 0,05$). Os defeitos totais aumentaram progressivamente entre o sêmen fresco, resfriado por 4 h e resfriado por 24 h, com médias de $7,4 \pm 2,9\%$, $9,5 \pm 3,6\%$ e $11,8 \pm 3,9\%$, respectivamente ($p < 0,05$). Os defeitos maiores foram menores no sêmen fresco em comparação ao sêmen resfriado por 4 e 24 h, que não diferiram entre si ($p < 0,05$). Da mesma forma, os defeitos menores foram maiores após 24 h de resfriamento em relação ao sêmen fresco e ao resfriado por 4 h, sem diferença entre

estes dois períodos ($p < 0,05$). Fotomicrografias representativas das características morfológicas observadas são apresentadas na Figura 1, com finalidade ilustrativa.

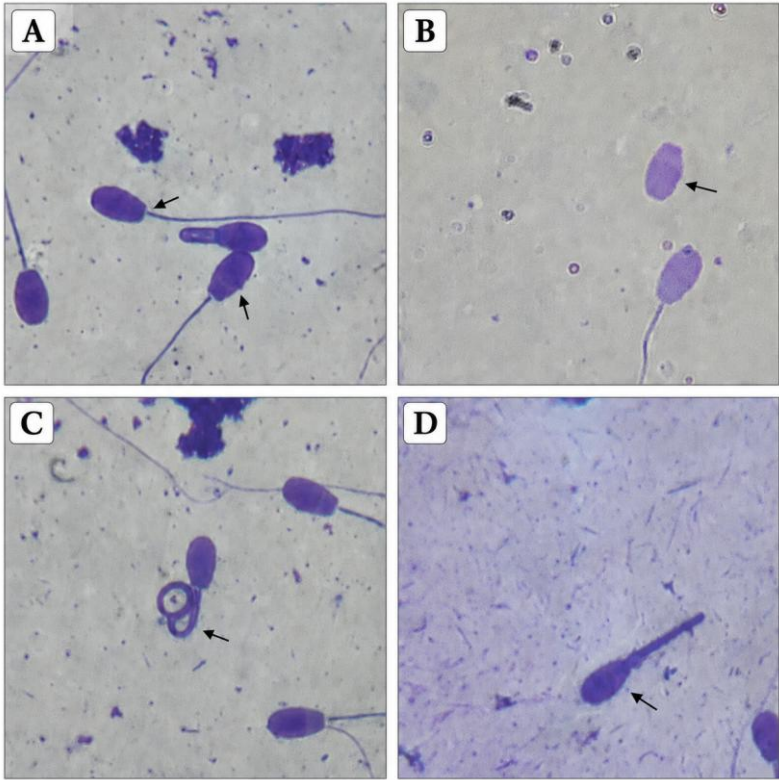
Tabela 3 — Defeitos morfológicos espermáticos de carneiros Rabo Largo segundo a fase experimental e o período de resfriamento do sêmen.

Variável (%)	Fase I	Fase II	p-fase	Fresco (0 h)	4 h	24 h	p-resfriamento	p-interação
Defeitos totais	9,8 ± 4,6 ^a	9,3 ± 2,9 ^a	0,526	7,4 ± 2,9 ^C	9,5 ± 3,6 ^B	11,8 ± 3,9 ^A	<0,001	0,689
Defeitos maiores	2,8 ± 1,4 ^a	3,1 ± 1,2 ^a	0,180	2,2 ± 1,1 ^B	3,1 ± 1,0 ^A	3,5 ± 1,6 ^A	<0,001	0,268
Defeitos menores	7,1 ± 4,0 ^a	6,2 ± 2,3 ^a	0,143	5,2 ± 2,7 ^B	6,4 ± 3,2 ^B	8,3 ± 3,2 ^A	<0,001	0,333

Valores expressos em média ± desvio-padrão e apresentados em percentual. Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença entre as fases I e II, enquanto letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre os períodos de resfriamento ($p < 0,05$). Fase I = período pré-experimental; Fase II = período de enriquecimento acústico. Os valores de p-fase, p-resfriamento e p-interação correspondem, respectivamente, aos efeitos de fase, período de resfriamento e interação fase × resfriamento. Como não houve interação significativa, os efeitos principais foram apresentados separadamente.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Figura 1 — Fotomicrografias representativas da morfologia espermática de carneiros Rabo Largo. As setas indicam: A, espermatozoides com morfologia aparentemente preservada; B, cabeça isolada; C, cauda enrolada; e D, alteração da peça intermediária e da cauda. Panótico-Rápido, 1000×. Imagens ilustrativas, sem associação específica com fase experimental ou período de resfriamento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Os comportamentos dos carneiros Rabo Largo antes e durante o enriquecimento acústico são apresentados na Tabela 4. Entre os comportamentos registrados por duração, a ruminação foi maior na Fase II em comparação à Fase I, com médias de $46,6 \pm 14,7$ e $28,4 \pm 17,4$ min, respectivamente ($p < 0,05$). O tempo em decúbito também aumentou de $28,0 \pm 17,1$ min na Fase I para $50,5 \pm 17,8$ min na Fase II, enquanto o repouso com os olhos fechados passou de $10,3 \pm 8,0$ para $19,2 \pm 7,3$ min ($p < 0,05$). Em contrapartida, o tempo de permanência com a cabeça para fora da baia foi menor na Fase II, com médias de $30,1 \pm 15,4$ e $36,9 \pm 16,1$ min nas Fases II e I, respectivamente ($p < 0,05$).

Entre os comportamentos registrados por frequência, a ingestão de água, a busca no cocho, a micção, a defecação e a vocalização foram menos frequentes na Fase II em relação à Fase I ($p < 0,05$). A ingestão de água diminuiu de $2,5 \pm 1,0$ para $1,7 \pm 0,8$, enquanto a busca no cocho passou de $12,0 \pm 5,8$ para $9,9 \pm 3,5$. Também foram observadas reduções na micção, de $4,2 \pm 2,2$ para $2,4 \pm 0,8$; na defecação, de $2,0 \pm 0,8$ para $1,6 \pm 0,6$; e na vocalização, de $4,5 \pm 3,5$ para $1,4 \pm 1,6$ ($p < 0,05$). Por outro lado, a lambedura de urina foi mais frequente na Fase II, com médias de $2,4 \pm 0,9$ e $2,2 \pm 1,7$ nas Fases II e I, respectivamente ($p < 0,05$). Não foram observadas diferenças entre as fases para bocejo, coçar-se, reflexo de Flehmen e interação com estruturas da baia ($p > 0,05$; Tabela 4).

Em relação às estereotípias, a mordedura da parede foi menos frequente na Fase II, reduzindo de $0,7 \pm 1,6$ para $0,1 \pm 0,4$, enquanto a locomoção circular repetitiva diminuiu de $38,3 \pm 36,7$ para $14,3 \pm 8,4$ ($p < 0,05$). Não foram observadas diferenças entre as fases para marrada repetitiva e mordedura do cocho ($p > 0,05$; Tabela 4).

Tabela 4 — Duração e frequência dos comportamentos de carneiros Rabo Largo nas fases I e II do experimento.

Comportamentos	Registro	Fase I	Fase II	p-valor
Alimentares				
Ruminação	Duração (min)	$28,4 \pm 17,4^b$	$46,6 \pm 14,7^a$	<0,001
Ingestão de água	Frequência (n)	$2,5 \pm 1,0^a$	$1,7 \pm 0,8^b$	<0,001
Busca no cocho	Frequência (n)	$12,0 \pm 5,8^a$	$9,9 \pm 3,5^b$	0,017
Posturais e de repouso				
Cabeça para fora	Duração (min)	$36,9 \pm 16,1^a$	$30,1 \pm 15,4^b$	0,037
Decúbito	Duração (min)	$28,0 \pm 17,1^b$	$50,5 \pm 17,8^a$	<0,001

Comportamentos	Registro	Fase I	Fase II	p-valor
Repouso com os olhos fechados	Duração (min)	10,3 ± 8,0 ^b	19,2 ± 7,3 ^a	<0,001
Fisiológicos e de manutenção				
Bocejo	Frequência (n)	1,5 ± 0,8 ^a	1,6 ± 1,0 ^a	0,681
Micção	Frequência (n)	4,2 ± 2,2 ^a	2,4 ± 0,8 ^b	<0,001
Defecação	Frequência (n)	2,0 ± 0,8 ^a	1,6 ± 0,6 ^b	0,019
Coçar-se	Frequência (n)	11,0 ± 5,0 ^a	9,7 ± 2,7 ^a	0,205
Interação com o ambiente				
Vocalização	Frequência (n)	4,5 ± 3,5 ^a	1,4 ± 1,6 ^b	<0,001
Reflexo de Flehmen	Frequência (n)	2,7 ± 2,0 ^a	2,5 ± 1,0 ^a	0,614
Lambertura de urina	Frequência (n)	2,2 ± 1,7 ^b	2,4 ± 0,9 ^a	0,036
Interação com estruturas da baia	Frequência (n)	14,6 ± 6,1 ^a	14,1 ± 3,9 ^a	0,484
Estereotípias				
Marrada repetitiva	Frequência (n)	6,0 ± 9,0 ^a	3,9 ± 4,6 ^a	0,710
Mordedura do cocho	Frequência (n)	6,5 ± 11,7 ^a	2,4 ± 4,9 ^a	0,059
Mordedura da parede	Frequência (n)	0,7 ± 1,6 ^a	0,1 ± 0,4 ^b	0,029
Locomoção circular repetitiva	Frequência (n)	38,3 ± 36,7 ^a	14,3 ± 8,4 ^b	0,001

Valores expressos em média ± desvio-padrão. Fase I = período pré-experimental; Fase II = período de enriquecimento acústico. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre as fases ($p < 0,05$). Os comportamentos registrados por duração são apresentados em minutos, enquanto os registrados por frequência correspondem ao número de ocorrências durante o período de observação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Os parâmetros hematológicos e bioquímicos séricos dos carneiros Rabo Largo antes e durante o enriquecimento acústico são apresentados na Tabela 5. Não foram observadas diferenças entre as Fases I e II para as concentrações de hemácias, hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio, hemoglobina corpuscular média, leucócitos, neutrófilos segmentados, eosinófilos, linfócitos, monócitos, plaquetas, proteínas totais, albumina e glicose ($p > 0,05$).

Tabela 5 — Parâmetros hematológicos e bioquímicos séricos de carneiros Rabo Largo antes e durante o enriquecimento acústico.

Variável	Fase I	Fase II	p-valor
Hemácias ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	10,8 ± 0,5 ^a	11,2 ± 0,9 ^a	0,45
Hemoglobina (g/dL)	10,1 ± 0,8 ^a	10,6 ± 1,5 ^a	0,35

Variável	Fase I	Fase II	p-valor
Hematócrito (%)	30,4 ± 2,3 ^a	31,8 ± 4,6 ^a	0,34
VCM (fL)	28,2 ± 1,9 ^a	29,0 ± 2,6 ^a	0,31
HCM (pg)	9,4 ± 0,6 ^a	9,8 ± 0,8 ^a	0,40
Leucócitos (células/ μ L)	7.460,0 ± 555,0 ^a	8.725,0 ± 1.552,0 ^a	0,13
Neutrófilos segmentados (células/ μ L)	4.008,0 ± 1.055,0 ^a	5.487,0 ± 1.579,0 ^a	0,12
Eosinófilos (células/ μ L)	333,0 ± 237,0 ^a	248,0 ± 150,0 ^a	0,53
Linfócitos (células/ μ L)	3.114,0 ± 492,0 ^a	3.795,0 ± 1.261,0 ^a	0,29
Monócitos (células/ μ L)	120,0 ± 41,0 ^a	163,0 ± 73,0 ^a	0,40
Plaquetas (células/ μ L)	361.400,0 ± 32.631,0 ^a	341.400,0 ± 64.597,0 ^a	0,55
Proteínas totais (g/dL)	6,8 ± 0,2 ^a	6,8 ± 0,5 ^a	0,88
Albumina (g/dL)	3,0 ± 0,2 ^a	2,9 ± 0,2 ^a	0,59
Glicose (mg/dL)	65,5 ± 6,0 ^a	69,2 ± 2,0 ^a	0,29

Valores expressos em média ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre as fases ($p > 0,05$). Fase I = período pré-experimental; Fase II = período de enriquecimento acústico. VCM = volume corpuscular médio; HCM = hemoglobina corpuscular média.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

4 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do enriquecimento acústico sobre parâmetros comportamentais, seminais e hematológicos de carneiros Rabo Largo mantidos em regime de confinamento, comparando um período pré-experimental (Fase I) a um período de exposição ao estímulo sonoro (Fase II). A adoção de estratégias de enriquecimento ambiental tem sido amplamente empregada para minimizar os efeitos negativos do confinamento sobre o bem-estar animal, especialmente em sistemas onde há restrição de espaço e limitação das interações sociais (NEWBERRY, 1995; NASCIMENTO et al., 2022). Nessas condições, a escassez de estímulos associada ao confinamento pode favorecer o desenvolvimento de estresse, desencadeando respostas fisiológicas e comportamentais relacionadas aos esforços do organismo para se adaptar ao ambiente restritivo. Essas alterações podem modificar o repertório comportamental característico da espécie, além de influenciar parâmetros hematológicos, bioquímicos e reprodutivos, com possíveis impactos sobre o desempenho e o bem-estar dos animais (ISHIWATA et al., 2006; AGUAYO-ULLOA et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2022). Nesse contexto, o enriquecimento acústico surge como uma alternativa não invasiva capaz de promover maior conforto ambiental e reduzir os impactos decorrentes das condições de confinamento.

Entre as características seminais iniciais, observou-se aumento da motilidade massal e do volume seminal durante a Fase II. A motilidade constitui um dos principais indicadores da qualidade seminal e um dos componentes associados ao potencial fecundante dos espermatozoides, sendo altamente sensível às condições fisiológicas e ao estado de bem-estar do animal (MORTIMER, 1997; SUAREZ; PACEY, 2006). A relação entre estresse e alterações da função reprodutiva masculina em ruminantes tem sido demonstrada em diferentes condições experimentais. Giriboni et al. (2015) observaram que o transporte e o reagrupamento de bodes previamente desconhecidos elevaram as concentrações de cortisol e foram acompanhados por redução da testosterona, da circunferência escrotal e da motilidade espermática. De modo semelhante, Sánchez-Dávila et al. (2018) verificaram que o estresse decorrente da formação de novos grupos sociais promoveu aumento do cortisol e reduções temporárias na concentração e no número total de espermatozoides por ejaculado. A ausência de alterações seminais observada por Kimsakulvech et al. (2024), mesmo diante da redução do cortisol, demonstra que respostas comportamentais, endócrinas e reprodutivas ao enriquecimento não necessariamente ocorrem de forma paralela e podem depender da espécie,

do estímulo utilizado e da duração da exposição. Em conjunto, esses estudos indicam que diferentes fontes de estresse comprometem a função reprodutiva de machos ruminantes, enquanto estratégias capazes de reduzir a resposta ao estresse podem favorecer a manutenção da qualidade seminal. Nesse contexto, esses achados sugerem que a melhora da motilidade massal observada durante a Fase II esteja associada à redução do estresse promovida pelo enriquecimento acústico.

Essa hipótese é sustentada pelos mecanismos fisiológicos que relacionam o estresse à função reprodutiva masculina. Em condições de menor estresse, espera-se menor ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), reduzindo a secreção de cortisol. Como consequência, ocorre menor inibição do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal (HPG), favorecendo a liberação de GnRH, LH e FSH, hormônios essenciais para a manutenção da esteroidogênese testicular e da espermatogênese (TILBROOK; TURNER; CLARKE, 2000; DOBSON; SMITH, 2000). Paralelamente, a menor exposição ao cortisol pode contribuir para a redução da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), preservando a integridade das membranas plasmática e mitocondrial dos espermatozoides e favorecendo a produção de ATP necessária ao movimento flagelar (KOWALCZYK, 2022). Considerando que a motilidade espermática está diretamente relacionada à integridade das membranas e ao funcionamento mitocondrial, a preservação desses componentes pode ter contribuído para o aumento da motilidade observado durante a Fase II.

O aumento do volume seminal pode estar associado à maior atividade secretora das glândulas sexuais acessórias, responsáveis pela produção da maior parte do plasma seminal (EVANS; MAXWELL, 1987). Em condições de menor desafio fisiológico, a redução da ativação dos sistemas neuroendócrinos associados à resposta ao estresse pode favorecer a manutenção da homeostase reprodutiva, permitindo o adequado funcionamento dos mecanismos envolvidos na ejaculação e na atividade secretora das glândulas sexuais acessórias (RETANA-MÁRQUEZ et al., 2014; TOUFEXIS et al., 2014). Em contrapartida, observou-se redução da concentração espermática na Fase II. Assim, essa redução pode ter sido parcialmente influenciada pelo maior volume ejaculado.

No presente estudo, os resultados obtidos no TTR reforçam os efeitos positivos do enriquecimento acústico sobre a qualidade funcional do sêmen. Em todas as condições avaliadas, os espermatozoides obtidos durante a Fase II apresentaram maiores valores de motilidade aos 10, 60 e 120 minutos de incubação, tanto no sêmen fresco quanto após 4 e 24 horas de refrigeração. Embora tenha ocorrido redução progressiva da motilidade e do vigor ao longo do teste em ambas as fases, conforme esperado, os valores permaneceram superiores

durante a Fase II. Da mesma forma, o vigor espermático foi maior após os períodos de refrigeração, indicando que as amostras obtidas durante a Fase II apresentaram maiores valores de motilidade e, após a refrigeração, também de vigor ao longo do teste.

O TTR foi inicialmente proposto como uma ferramenta laboratorial para avaliar a capacidade dos espermatozoides de manter sua funcionalidade após exposição a condições adversas, submetendo as células espermáticas a um período prolongado de incubação em temperatura controlada, utilizado como desafio laboratorial para a manutenção da motilidade e do vigor. Por depender diretamente da disponibilidade energética, da integridade das membranas celulares e da capacidade metabólica dos espermatozoides, o teste de termorresistência permite identificar alterações funcionais que podem não ser evidenciadas em avaliações realizadas imediatamente após a coleta, uma vez que a manutenção da motilidade espermática durante o período de incubação reflete a capacidade dos espermatozoides em resistir a condições de estresse e preservar sua atividade metabólica e integridade celular (SILVA; CRESPILO, 2024). Dessa forma, os maiores valores de motilidade ao longo do TTR observada nos espermatozoides da Fase II indicam maior capacidade de manutenção da atividade celular diante de um desafio progressivo, sugerindo uma melhora na qualidade funcional dos gametas.

Embora o TTR avalie diretamente a capacidade dos espermatozoides de manter sua funcionalidade sob desafio térmico, as diferenças observadas entre as fases experimentais podem estar relacionadas às alterações fisiológicas promovidas pelo enriquecimento acústico. Estratégias de enriquecimento ambiental têm sido associadas à modulação das respostas comportamentais e fisiológicas ao estresse, favorecendo a manutenção da homeostase em animais de produção (COLDITZ et al., 2024). A exposição prolongada a condições estressoras pode promover ativação persistente do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, com aumento da liberação de glicocorticoides, alterações no equilíbrio oxidativo e comprometimento de processos relacionados à função reprodutiva masculina (TADA et al., 2025; KALTSAS et al., 2026). Nesse contexto, é possível que o enriquecimento acústico tenha contribuído para um ambiente fisiológico mais favorável, reduzindo impactos negativos associados ao estresse e favorecendo a produção e manutenção de espermatozoides com maior capacidade funcional. Essa hipótese pode explicar a maior persistência da motilidade observada durante o TTR na Fase II, embora os mecanismos envolvidos necessitem de investigações adicionais.

Os maiores valores de motilidade observados nas amostras refrigeradas durante a Fase II podem estar relacionados à manutenção da estabilidade da membrana plasmática e à redução dos danos associados ao estresse oxidativo. Durante a refrigeração, os

espermatozoides sofrem alterações físico-químicas decorrentes da redução da temperatura, incluindo reorganização dos fosfolipídios de membrana, alterações osmóticas e aumento da formação de EROs, fatores que comprometem a motilidade e a viabilidade celular (FALCHI et al., 2018; RIZKALLAH et al., 2022). O espermatozoide ovino é particularmente vulnerável a esse processo devido à elevada proporção de ácidos graxos poli-insaturados em sua membrana plasmática, característica que aumenta sua suscetibilidade ao choque frio e à peroxidação lipídica (OLLERO; POWERS; ALVAREZ, 2000; TABATABAEI VAKILI; ZEIDI; NABHANI, 2025). Assim, os maiores valores de motilidade após a refrigeração e durante o TTR observada na Fase II podem estar associados a uma maior estabilidade das estruturas celulares e a um possível melhor equilíbrio redox. Essa interpretação é consistente com a relação descrita por Hamilton et al. (2016) entre maior estresse oxidativo e piores indicadores de qualidade seminal em carneiros Santa Inês.

Em contraste com os parâmetros funcionais, não foram observadas diferenças entre as fases experimentais quanto aos defeitos morfológicos espermáticos. Essa ausência de efeito pode estar relacionada ao intervalo necessário para que alterações ocorridas durante a espermatogênese sejam refletidas no ejaculado. Em ovinos, a espermatogênese dura aproximadamente 47 dias, aos quais se soma o período de trânsito e maturação epididimária (HAFEZ; HAFEZ, 2013). Assim, intervenções ambientais de curta duração podem repercutir mais rapidamente sobre características funcionais dos espermatozoides, como motilidade e vigor, enquanto alterações estruturais dependem do tempo necessário para que as células expostas durante seu desenvolvimento alcancem o ejaculado.

Por outro lado, o aumento dos defeitos morfológicos com o prolongamento da refrigeração pode estar associado aos danos decorrentes do resfriamento. A redução da temperatura promove alterações na organização e na fluidez dos lipídios da membrana plasmática, podendo comprometer a estabilidade das membranas plasmática e acrossomal e favorecer o aparecimento de alterações estruturais (DROBNIS et al., 1993). Esse efeito tende a ser mais pronunciado nos espermatozoides de pequenos ruminantes, que apresentam baixa relação colesterol:fosfolipídios e elevada proporção de ácidos graxos poli-insaturados, características que aumentam sua suscetibilidade ao choque térmico e à peroxidação lipídica.

Além disso, embora o metabolismo espermático seja reduzido durante a refrigeração, ele não é completamente interrompido. O prolongamento do armazenamento pode, portanto, favorecer o acúmulo de espécies reativas de oxigênio e a redução progressiva da capacidade antioxidante do meio seminal. O desequilíbrio oxidativo resultante pode intensificar a peroxidação dos lipídios de membrana, comprometer a integridade celular e

contribuir para o aumento das alterações morfológicas observadas entre 4 e 24 horas de refrigeração (FALCHI et al., 2018; AL-MUTARY et al., 2020).

A música clássica tem sido empregada como forma de enriquecimento sensorial em diferentes espécies de animais de produção, sendo associada à melhoria do bem-estar e ao desempenho produtivo em diferentes estudos (LIPPI et al., 2022; LECHUGA et al., 2023). No presente estudo, as alterações comportamentais observadas durante a fase de enriquecimento acústico reforçam essa hipótese de melhora do bem-estar animal. O aumento do tempo de ruminação representa um importante indicador de conforto, uma vez que esse comportamento normalmente ocorre quando os animais se encontram em ambiente seguro e apresentam menor estado de alerta (SCHIRMANN et al., 2012). Da mesma forma, o maior tempo em decúbito e em repouso sugere maior conforto e relaxamento durante o período experimental. Esses achados são consistentes com os descritos por Krohn e Munksgaard (1993), que demonstraram que bovinos mantidos em ambientes mais confortáveis apresentam períodos de repouso mais longos e expressam comportamentos compatíveis com maior bem-estar.

Paralelamente, verificou-se diminuição da vocalização, da permanência com a cabeça para fora da baia e, principalmente, da ocorrência de estereotipias, como mordedura da parede e locomoção circular repetitiva. As estereotipias são consideradas indicadores comportamentais clássicos de comprometimento do bem-estar, estando frequentemente associadas à frustração, monotonia ambiental ou estresse crônico (MASON, 1991; AGUAYO-ULLOA et al., 2014).

Corroborando achados do presente estudo, Tu et al. (2025) relataram que o fornecimento de música reduziu indicadores fisiológicos de estresse e melhorou o desempenho geral de cordeiros, reforçando a plausibilidade desse mecanismo nos carneiros deste estudo. De forma semelhante, estudos anteriores realizados com vacas leiteiras demonstraram que a exposição à música clássica resultou em maior produção de leite, menor retenção de leite residual, aumento nos níveis de serotonina e redução dos glicocorticoides fecais, sugerindo que o enriquecimento sensorial melhora o bem-estar, com efeitos positivos sobre a produção desses animais (LECHUGA et al., 2023; ERASMUS et al., 2023). A menor frequência de ingestão de água, micção e defecação também pode refletir redução do estado de excitação comportamental, embora esses parâmetros devam ser interpretados com cautela, uma vez que são influenciados por diversos fatores fisiológicos e ambientais. Por outro lado, o discreto aumento da lambedura de urina pode estar relacionado ao comportamento investigativo e reprodutivo típico dos ovinos, não necessariamente indicando alteração negativa no bem-estar.

Apesar das evidências comportamentais e reprodutivas favoráveis, não foram observadas alterações nos parâmetros hematológicos ou bioquímicos séricos. A estabilidade das concentrações de hemácias, leucócitos, proteínas totais, albumina e glicose demonstra que o enriquecimento acústico não promoveu alterações sistêmicas detectáveis no estado clínico dos animais durante o período experimental. Resultados semelhantes foram relatados por Luz et al. (2017), que não observaram efeitos do enriquecimento sobre as concentrações de proteína total, albumina, globulina e glicose em leitões. Em cabras leiteiras, Wein et al. (2024) verificaram que a maioria dos parâmetros bioquímicos permaneceu inalterada, embora algumas respostas tenham variado conforme o estado fisiológico dos animais. De modo semelhante, Quesnel et al. (2019) não observaram alterações nas concentrações de glicose, lactato, ácidos graxos não esterificados, β -hidroxibutirato e insulina em matrizes suínas submetidas ao enriquecimento. Esse resultado sugere que os efeitos benéficos da música ocorreram predominantemente sobre aspectos comportamentais e funcionais da fisiologia reprodutiva, sem provocar modificações metabólicas ou hematológicas mensuráveis pelos parâmetros de rotina avaliados neste estudo.

5 CONCLUSÃO

Em conjunto, os resultados deste estudo indicam que o enriquecimento acústico com música clássica influenciou positivamente o comportamento e a qualidade funcional do sêmen de carneiros confinados. A fase de enriquecimento acústico foi associada a alterações comportamentais compatíveis com maior repouso e menor expressão de comportamentos estereotipados, além de melhores resultados em parâmetros funcionais do sêmen, especialmente motilidade e vigor durante o teste de termorresistência e após a refrigeração. Em contrapartida, não foram observadas alterações nos defeitos morfológicos espermáticos nem nos parâmetros hematológicos e bioquímicos avaliados.

Esses achados indicam que as principais respostas entre as fases ocorreram nos aspectos comportamentais e funcionais da qualidade seminal. Contudo, devido ao delineamento sequencial e à ausência de grupo controle simultâneo, os resultados devem ser interpretados como associações. Estudos futuros com delineamento controlado e grupo controle simultâneo são necessários para confirmar os efeitos específicos do enriquecimento acústico sobre o bem-estar e a qualidade seminal de carneiros confinados.

REFERÊNCIAS

AGUAYO-ULLOA, L. A. *et al.* Effect of enriched housing on welfare, production performance and meat quality in finishing lambs: the use of feeder ramps. **Meat Science**, Oxford, v. 97, n. 1, p. 42-48, 2014. DOI 10.1016/j.meatsci.2014.01.001. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.01.001>. Acesso em: 12 fev. 2025.

AITKEN, R. J.; BAKER, M. A. Oxidative stress and male reproductive biology. **Reproduction, Fertility and Development**, [s. l.], v. 16, p. 581-588, 2004. DOI 10.1071/RD03089. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/RD03089>. Acesso em: 7 mar. 2025.

AL-MUTARY, M. G. *et al.* Effect of different concentrations of resveratrol on the quality and in vitro fertilizing ability of ram semen stored at 5 °C for up to 168 h. **Theriogenology**, [New York], v. 152, p. 139-146, 2020. DOI 10.1016/j.theriogenology.2020.05.001. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.05.001>. Acesso em: 23 jan. 2026.

BLOM, E. The ultrastructure of some characteristic sperm defects and a proposal for a new classification of the bull spermogram. **Nordisk Veterinaermedicin**, [s. l.], v. 25, n. 7, p. 383-391, 1973.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, [s. l.], v. 142, n. 6, p. 524-526, 1986. DOI 10.1016/0007-1935(86)90109-0. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(86\)90109-0](https://doi.org/10.1016/0007-1935(86)90109-0). Acesso em: 14 fev. 2025.

BROOM, D. M.; FRASER, A. F. **Domestic animal behaviour and welfare**. 5. ed. Wallingford: CABI, 2015.

CALDARA, F. R.; BUCHINI, J. L. C.; GARCIA, R. G. Environmental enrichment in dairy small ruminants: a PRISMA-based review on welfare implications and future research directions. **Dairy**, [s. l.], v. 6, n. 4, art. 42, 2025. DOI 10.3390/dairy6040042. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/dairy6040042>. Acesso em: 5 maio 2026.

CARLUCCIO, A. *et al.* Influence of season on testicular morphometry and semen characteristics in Martina Franca jackasses. **Theriogenology**, [s. l.], v. 79, n. 3, p. 502-507, 2013. DOI 10.1016/j.theriogenology.2012.11.005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.11.005>. Acesso em: 11 jun. 2025.

CAROPRESE, M. *et al.* Monitoring the on-farm welfare of sheep and goats. **Italian Journal of Animal Science**, [s. l.], v. 8, supl. 1, p. 343-354, 2009. DOI 10.4081/ijas.2009.s1.343. Disponível em: <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s1.343>. Acesso em: 20 jan. 2026.

COLDITZ, I. G. *et al.* Review: Environmental enrichment builds functional capacity and improves resilience as an aspect of positive welfare in production animals. **animal**, [London], v. 18, n. 6, art. 101173, 2024. DOI 10.1016/j.animal.2024.101173. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101173>. Acesso em: 14 jan. 2025.

COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 3. ed. Belo Horizonte: CBRA, 2013. 104 p.

DOBSON, H.; SMITH, R. F. What is stress, and how does it affect reproduction? **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 60-61, p. 743-752, 2000. DOI 10.1016/S0378-4320(00)00080-4. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00080-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00080-4). Acesso em: 27 fev. 2026.

DROBNIS, E. Z. *et al.* Cold shock damage is due to lipid phase transitions in cell membranes: a demonstration using sperm as a model. **Journal of Experimental Zoology**, New York, v. 265, n. 4, p. 432-437, 1993. DOI 10.1002/jez.1402650413. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jez.1402650413>. Acesso em: 16 abr. 2026.

ERASMUS, L.-M. *et al.* Exploring the effect of auditory stimuli on activity levels, milk yield and faecal glucocorticoid metabolite concentrations in Holstein cows. **Domestic Animal Endocrinology**, Amsterdam, v. 82, art. 106767, 2023. DOI 10.1016/j.domaniend.2022.106767. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2022.106767>. Acesso em: 28 maio 2025.

EVANS, G.; MAXWELL, W. M. C. **Salamon's artificial insemination of sheep and goats**. 2. ed. Sydney: Butterworths, 1987. 194 p.

FALCHI, L. *et al.* Liquid storage of ram semen for 96 h: effects on kinematic parameters, membranes and DNA integrity, and ROS production. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 207, p. 1-6, 2018. DOI 10.1016/j.livsci.2017.11.001. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.11.001>. Acesso em: 3 jun. 2026.

GIRIBONI, J. *et al.* Grouping previously unknown bucks is a stressor with negative effects on reproduction. **Tropical Animal Health and Production**, Dordrecht, v. 47, n. 2, p. 317-322, 2015. DOI 10.1007/s11250-014-0722-2. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0722-2>. Acesso em: 21 set. 2025.

HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. (ed.). **Reproduction in farm animals**. 7. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.

HAMILTON, T. R. dos S. *et al.* Induced lipid peroxidation in ram sperm: semen profile, DNA fragmentation and antioxidant status. **Reproduction**, Bristol, v. 151, n. 4, p. 379-390, 2016. DOI 10.1530/REP-15-0403. Disponível em: <https://doi.org/10.1530/REP-15-0403>. Acesso em: 7 nov. 2025.

ISHIWATA, T. *et al.* Effects of an environmental enrichment using a drum can on behavioral, physiological and productive characteristics in fattening beef cattle. **Animal Science Journal**, Tokyo, v. 77, n. 3, p. 352-362, 2006. DOI 10.1111/j.1740-0929.2006.00359.x. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2006.00359.x>. Acesso em: 25 fev. 2025.

KALTSAS, A. *et al.* Psychological stress and male infertility: oxidative stress as the common downstream pathway. **Biomedicines**, Basel, v. 14, n. 2, art. 259, 2026. DOI 10.3390/biomedicines14020259. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/biomedicines14020259>. Acesso em: 21 mar. 2026.

KIMSAKULVECH, S. *et al.* Impact of a natural rubber-based scratcher as an environmental enrichment on the scratching behavior, cortisol level, and semen quality of stable male goats.

Veterinary World, [s. l.], v. 17, n. 11, p. 2443-2450, 2024. DOI 10.14202/vetworld.2024.2443-2450. Disponível em: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.2443-2450>. Acesso em: 8 abr. 2025.

KOWALCZYK, A. The role of the natural antioxidant mechanism in sperm cells. **Reproductive Sciences**, Thousand Oaks, v. 29, n. 5, p. 1387-1394, 2022. DOI 10.1007/s43032-021-00795-w. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s43032-021-00795-w>. Acesso em: 19 jan. 2026.

KROHN, C. C.; MUNKSGAARD, L. Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments II: lying and lying-down behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 37, n. 1, p. 1-16, 1993. DOI 10.1016/0168-1591(93)90066-X. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(93\)90066-X](https://doi.org/10.1016/0168-1591(93)90066-X). Acesso em: 4 jun. 2025.

LECHUGA, K. K. dos S. L. *et al.* Music and tactile stimuli during daily milking affect the welfare and productivity of dairy cows. **Animals**, Basel, v. 13, n. 23, art. 3671, 2023. DOI 10.3390/ani13233671. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani13233671>. Acesso em: 9 mar. 2025.

LIPPI, I. C. de C. *et al.* Effects of music therapy on neuroplasticity, welfare, and performance of piglets exposed to music therapy in the intra- and extra-uterine phases. **Animals**, Basel, v. 12, n. 17, art. 2211, 2022. DOI 10.3390/ani12172211. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani12172211>. Acesso em: 13 maio 2026.

LUZ, C. S. M. *et al.* Physiological parameters of pigs raised with and without environmental enrichment. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 9, n. 4, p. 176-185, 2017. DOI 10.5539/jas.v9n4p176. Disponível em: <https://doi.org/10.5539/jas.v9n4p176>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MARAI, I. F. M. *et al.* Physiological traits as affected by heat stress in sheep: a review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 71, n. 1-3, p. 1-12, 2007. DOI 10.1016/j.smallrumres.2006.10.003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003>. Acesso em: 26 abr. 2026.

MASON, G. J. Stereotypies: a critical review. **Animal Behaviour**, London, v. 41, n. 6, p. 1015-1037, 1991. DOI 10.1016/S0003-3472(05)80640-2. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80640-2](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80640-2). Acesso em: 9 fev. 2025.

MORTIMER, S. T. A critical review of the physiological importance and analysis of sperm movement in mammals. **Human Reproduction Update**, Oxford, v. 3, n. 5, p. 403-439, 1997. DOI 10.1093/humupd/3.5.403. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/humupd/3.5.403>. Acesso em: 17 jun. 2026.

NASCIMENTO, A. P. A. do *et al.* Environmental enrichment in dairy goats in a semi-arid region: thermoregulatory and behavioral responses. **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v. 106, art. 103248, 2022. DOI 10.1016/j.jtherbio.2022.103248. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103248>. Acesso em: 18 abr. 2025.

NEWBERRY, R. C. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of captive environments. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 44, n. 2-4, p. 229-243, 1995. DOI 10.1016/0168-1591(95)00616-Z. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(95\)00616-Z](https://doi.org/10.1016/0168-1591(95)00616-Z). Acesso em: 2 out. 2025.

NOWAK, R. *et al.* Behaviour and the welfare of the sheep. In: DWYER, C. M. (ed.). **The welfare of sheep**. Dordrecht: Springer, 2008. p. 81-134. DOI 10.1007/978-1-4020-8553-6_3. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8553-6_3. Acesso em: 24 maio 2025.

OLLERO, M.; POWERS, R. D.; ALVAREZ, J. G. Variation of docosahexaenoic acid content in subsets of human spermatozoa at different stages of maturation: implications for sperm lipoperoxidative damage. **Molecular Reproduction and Development**, New York, v. 55, n. 3, p. 326-334, 2000. DOI 10.1002/(SICI)1098-2795(200003)55:3<326::AID-MRD11>3.0.CO;2-A. Disponível em: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2795\(200003\)55:3%3C326::AID-MRD11%3E3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2795(200003)55:3%3C326::AID-MRD11%3E3.0.CO;2-A). Acesso em: 11 jan. 2026.

QUESNEL, H. *et al.* Effect of environmental enrichment with wood materials and straw pellets on the metabolic status of sows during gestation. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 229, p. 43-48, 2019. DOI 10.1016/j.livsci.2019.09.005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.09.005>. Acesso em: 18 jun. 2025.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Version 4.6.0, “Because it was There”. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2026. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 12 jul. 2026.

RETANA-MÁRQUEZ, S. *et al.* Sexual behavior attenuates the effects of chronic stress in body weight, testes, sexual accessory glands, and plasma testosterone in male rats. **Hormones and Behavior**, New York, v. 66, n. 5, p. 766-778, 2014. DOI 10.1016/j.yhbeh.2014.09.002. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2014.09.002>. Acesso em: 29 abr. 2025.

RIZKALLAH, N. *et al.* Factors affecting the survival of ram spermatozoa during liquid storage and options for improvement. **Animals**, Basel, v. 12, n. 3, art. 244, 2022. DOI 10.3390/ani12030244. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani12030244>. Acesso em: 6 fev. 2026.

SÁNCHEZ-DÁVILA, F. *et al.* Social dominance affects the development of sexual behaviour but not semen output in yearling bucks. **Theriogenology**, [New York], v. 110, p. 168-174, 2018. DOI 10.1016/j.theriogenology.2018.01.004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.01.004>. Acesso em: 15 maio 2025.

SCHIRMANN, K. *et al.* Rumination and its relationship to feeding and lying behavior in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 6, p. 3212-3217, 2012. DOI 10.3168/jds.2011-4741. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4741>. Acesso em: 31 jan. 2026.

SILVA, J. C. B.; CRESPILO, A. M. Teste de termorresistência (TTR): quando e como utilizar? **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 48, n. 1, p. 109-113, 2024. DOI 10.21451/1809-3000.RBRA2024.014. Disponível em: <https://doi.org/10.21451/1809-3000.RBRA2024.014>. Acesso em: 10 mar. 2025.

SUAREZ, S. S.; PACEY, A. A. Sperm transport in the female reproductive tract. **Human Reproduction Update**, Oxford, v. 12, n. 1, p. 23-37, 2006. DOI 10.1093/humupd/dmi047. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/humupd/dmi047>. Acesso em: 22 jun. 2026.

TABATABAEI VAKILI, S.; ZEIDI, R.; NABHANI, R. Protective effect of B1 and B12 vitamins on post-thaw sperm quality parameters and seminal plasma antioxidant status in rams. **Veterinary Medicine and Science**, [Oxford], v. 11, n. 2, art. e70241, 2025. DOI 10.1002/vms3.70241. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/vms3.70241>. Acesso em: 27 ago. 2025.

TADA, O. *et al.* Evaluation of stress hormones on reproductive functions of sheep and goats: a systematic review. **Frontiers in Animal Science**, Lausanne, v. 6, art. 1611896, 2025. DOI 10.3389/fanim.2025.1611896. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fanim.2025.1611896>. Acesso em: 18 nov. 2025.

TILBROOK, A. J.; TURNER, A. I.; CLARKE, I. J. Effects of stress on reproduction in non-rodent mammals: the role of glucocorticoids and sex differences. **Reviews of Reproduction**, Colchester, v. 5, n. 2, p. 105-113, 2000. DOI 10.1530/ror.0.0050105. Disponível em: <https://doi.org/10.1530/ror.0.0050105>. Acesso em: 5 abr. 2026.

TOUFEXIS, D. *et al.* Stress and the reproductive axis. **Journal of Neuroendocrinology**, Oxford, v. 26, n. 9, p. 573-586, 2014. DOI 10.1111/jne.12179. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jne.12179>. Acesso em: 12 dez. 2025.

TU, J. *et al.* Effects of music on the spatial cognitive performance, growth performance and stress response of sheep. **Animal Bioscience**, Seoul, v. 38, n. 7, p. 1543-1556, 2025. DOI 10.5713/ab.24.0416. Disponível em: <https://doi.org/10.5713/ab.24.0416>. Acesso em: 2 jun. 2026.

WEIN, Y. *et al.* The effect of environmental enrichment on selected physiological and immunological stress-related markers in dairy goats. **Biology**, Basel, v. 13, n. 11, art. 859, 2024. DOI 10.3390/biology13110859. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/biology13110859>. Acesso em: 17 fev. 2025.

WELLS, D. L.; GRAHAM, L.; HEPPER, P. G. The influence of auditory stimulation on the behaviour of dogs housed in a rescue shelter. **Animal Welfare**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 385-393, 2002. DOI 10.1017/S0962728600025112. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0962728600025112>. Acesso em: 16 mar. 2026.

YOUNG, R. J. **Environmental enrichment for captive animals**. Oxford: Blackwell Science, 2003. 228 p. DOI 10.1002/9780470751046. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9780470751046>. Acesso em: 8 maio 2025.