



## ASSOCIAÇÕES DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COM CARACTERÍSTICAS DE EFICIÊNCIA EM OVINOS DE CORTE

Rafael Franco **Bernardi**<sup>1</sup>; Ricardo Lopes Dias da **Costa**<sup>2</sup>; Marcelo Moretin **Vieira**<sup>3</sup>; Charleni **Crisóstomo**<sup>4</sup>; Danielle Nunes **Gurgeira**<sup>4</sup>

Nº 22711

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi avaliar as associações da termografia infravermelha com medidas de desempenho e eficiência alimentar em ovinos. 40 cordeiros machos Santa Inês, desmamados, não castrados, foram avaliados e selecionados em relação ao consumo alimentar residual e ao consumo e ganho residual, no Instituto de Zootecnia. Dois testes de seleção por eficiência alimentar, com duração de 75 e 61 dias, respectivamente, foram realizados utilizando os mesmos animais, em confinamento com utilização de cochos eletrônicos de medição de consumo alimentar. No final de cada teste os animais foram retirados da baia e contidos manualmente para captura das imagens termográficas, a uma distância fixa de 60 centímetros (cm), dos seguintes pontos: globo ocular, parte distal do membro posterior esquerdo, bolsa testicular e flanco esquerdo. Os coeficientes de correlação de Pearson foram estimados utilizando a temperatura média das regiões fotografadas, medidas de desempenho e de eficiência, por meio do SAS. Mapa de calor foi plotado através do software R studio, demonstrando alta correlação entre as temperaturas das regiões fotografadas e associação entre a termografia e as medidas de desempenho. Entretanto, não foi possível correlacionar a termografia com as medidas de eficiência. A fotografia termográfica da região do testículo é a de eleição para associações com as medidas de desempenho, porém essa técnica não é indicada para correlacionar medidas de eficiência alimentar em ovinos Santa Inês.

**Palavras-chaves:** teste de eficiência alimentar, cordeiro, requerimento de manutenção, termografia, sustentabilidade.



1. Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduando em Medicina Veterinária, UNIFAJ, Jaguariúna - SP; [rafael.bernardi490@al.faj.br](mailto:rafael.bernardi490@al.faj.br)
2. Orientador; Pesquisador Científico do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa – SP; [rldcosta@sp.gov.br](mailto:rldcosta@sp.gov.br)
3. Bolsista de Iniciação Científica Fapesp: Graduando em Medicina Veterinária, UNIFAJ, Jaguariúna - SP; [marcelomoretinvieira@gmail.com](mailto:marcelomoretinvieira@gmail.com)
4. Alunas de mestrado em Produção Animal Sustentável do Instituto de Zootecnia; [charleni.cris@gmail.com](mailto:charleni.cris@gmail.com); [danielle.gurgeira@yahoo.com.br](mailto:danielle.gurgeira@yahoo.com.br).

**ABSTRACT** – *The objective of this work was to evaluate the associations of infrared thermography with performance measures and feed efficiency in sheep. 40 male Santa Inês lambs, weaned, not castrated, were evaluated and selected in relation to residual food consumption and consumption and residual gain, at Instituto de Zootecnia. Two selection tests for feed efficiency, lasting 75 and 61 days, respectively, were performed using the same animals, in confinement using electronic troughs to measure food consumption. At the end of each test, the animals were removed from the pen and manually restrained to capture thermographic images, at a fixed distance of 60 centimeters (cm), from the following points: eyeball, distal part of the left hind limb, testicular pouch and left flank. . Pearson's correlation coefficients were estimated using the average temperature of the photographed regions, performance and efficiency measures, using SAS. Heat map was plotted using the R studio software, demonstrating a high correlation between the temperatures of the photographed regions and the association between thermography and performance measures. However, it was not possible to correlate thermography with efficiency measures. Thermographic photography of the testis region is the one of choice for associations with performance measures, but this technique is not indicated to correlate feed efficiency measures in Santa Inês sheep.*

**Keywords:** feed efficiency test, lamb, maintenance requirement, thermography, sustainability.



## 1. INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção de ovinos de corte, a alimentação é o item mais oneroso e pode representar até 70% dos custos de produção (BENDAHAN, 2005). Dessa forma, estudos para diminuição dos custos têm sido alvo cada vez mais frequente entre os pesquisadores (GURGEIRA, 2021). Dentre as alternativas para a diminuição do custo, tem-se a seleção de animais mais eficientes quanto ao uso de alimentos (BASARAB et al., 2003). De acordo com Arthur et al. (2001), Sainz et al. (2006) e Montanholi et al. (2007), existem diversas medidas de eficiência alimentar (EA), entre elas o consumo alimentar residual (CAR) (KOCK et al., 1963) e o consumo e ganho residual (CGR) (BERRY & CROWLEY (2012)). O CAR é uma medida que está sendo muito utilizada em bovinos de corte, por não aumentar o peso adulto do rebanho, com a identificação e consequente seleção de animais com menores exigências de manutenção (ARTHUR et al., 2004). No entanto, os testes de eficiência e/ou consumo alimentar residual são onerosos e trabalhosos e, portanto, ainda não são empregados em larga escala, principalmente quando se trata da espécie ovina.

Por outro lado, com vistas ao bem-estar-animal, tema importante e imprescindível na produção animal e, à consumidores cada vez mais exigentes em relação aos tratamentos dos animais e à sustentabilidade, o estudo de metodologias e tecnologias cada vez menos invasivas são primordiais e ganham mais destaque nos sistemas produtivos (VICENTINI et al., 2019).

Dessa forma, a termografia infravermelha, técnica não invasiva que não necessita de contato físico direto com o objeto de estudo, através de um equipamento com lente especial, identifica a radiação termal emitida pela superfície, seja de objetos animados ou inanimados, transformando-os em imagens com uma escala de cores que representam as temperaturas irradiadas (STELLETTA et al., 2012).

Sendo assim, a termografia infravermelha tem sido explorada na produção animal, em diversas espécies de animais domésticos como equinos (GRISKA et al., 2011; JARDIM et al., 2012; BASILE, 2012;), bovinos (DALTRO, 2014; CORRÊA, 2019; BUARQUE, 2018;), caprinos (ROBERTO, 2012; MARQUES et al., 2014; COSTA et al., 2014; ROBERTO et al., 2014;) e ovinos (MARTINS, 2011; BARBOSA, 2017; LUCAS et al., 2017; QUEIROZ et al., 2018; ) e em diversas áreas, principalmente nas que dizem respeito ao comportamento animal, ambiência e sanidade (DIGIOVANI, 2014; SOUZA e ROBERTO, 2014; LEÃO, 2019; AZEVEDO, 2020; ) e/ou associações com características de interesse econômico (MONTANHOLI et al., 2009; ALSAOD et al., 2014; TALUKDER et al., 2014).



De acordo com Vicentini et al (2019) alguns fatores devem ser considerados ao utilizar esta tecnologia, tais como condições ambientais, variáveis meteorológicas, distância do equipamento até o objeto a ser mensurado, emissividade e tipo de material que compõe o objeto a ser mensurado. Dessa forma, existem diferenças a serem consideradas tanto na espécie animal quanto na variável a ser avaliada, o que, em muitos casos impossibilita ao final do trabalho uma conclusão mais específica a respeito dos achados.

Estudos têm sido realizados com a intenção de determinar associações entre a termografia infravermelha e a zootecnia de precisão (LEÃO et al., 2019), eficiência alimentar em bovinos de corte (BUARQUE, 2018; MONTANHOLI et al., 2009) e a emissão de metano em bovinos de leite (GABBI et al., 2021). No entanto, na espécie ovina, a termografia infravermelha é pouco utilizada, merecendo porém, maior atenção e estudo, de acordo com os resultados relatados em outras espécies (BUARQUE, 2018; MONTANHOLI et al., 2009, GABBI et al., 2021).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso da termografia infravermelha e sua correlação com medidas de desempenho e de eficiência alimentar em ovinos de corte.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local e Animais

O experimento foi avaliado e aprovado pela Comissão de Ética para Uso de Animais do Instituto de Zootecnia/APTA – CEUA/IZ, sob parecer técnico n.280/19.

O projeto foi conduzido no Instituto de Zootecnia de Nova Odessa - SP, sendo utilizados 40 cordeiros machos, desmamados e não castrados, da raça Santa Inês (SI). No início do experimento, os animais foram avaliados clinicamente, vacinados contra clostridioses e desverminados.

Os animais foram confinados em um galpão do Setor de Ovinocultura do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, o qual contém o Sistema *Intergado*® (Intergado, Contagem/MG), com um total de 9 cochos automatizados para medição do consumo alimentar individual e 2 bebedouros, também automatizados para medição do consumo hídrico, com balança de pesagem animal integrada.

Os cordeiros foram submetidos a dois testes de eficiência alimentar com intervalo de 15 dias entre eles, consideradas como fase 1 e fase 2 (reteste). Na fase 1, os cordeiros tinham idades iniciais de  $120 \pm 30$  dias e pesos iniciais médios de  $28,9 \pm 3,2$  kg, enquanto na fase 2 as idades e pesos iniciais eram, respectivamente,  $195 \pm 30$  dias e  $44,5 \pm 4,1$  kg.



## 2.2 Avaliação do desempenho e da eficiência alimentar (EA) dos cordeiros

A fase 1 teve duração de 75 dias, sendo 15 dias de adaptação à alimentação e ao ambiente e outros 60 dias considerados na análise de dados, ajustando a recomendação descrita por Cockrum et al. (2013) de 42 dias; na fase 2, como os animais já estavam adaptados, a duração foi de 61 dias.

Com os dados coletados pelo sistema, foram avaliados o peso inicial, peso final e ganho médio diário, calculado como peso final - peso inicial/dias do teste, considerados como medidas de desempenho. Com esses dados, associados aos dados de consumo individual, foram calculados o consumo alimentar residual (CAR) e o consumo e ganho residual (CGR).

O CAR dos animais foi estimado, de acordo com o seguinte modelo de regressão múltipla:

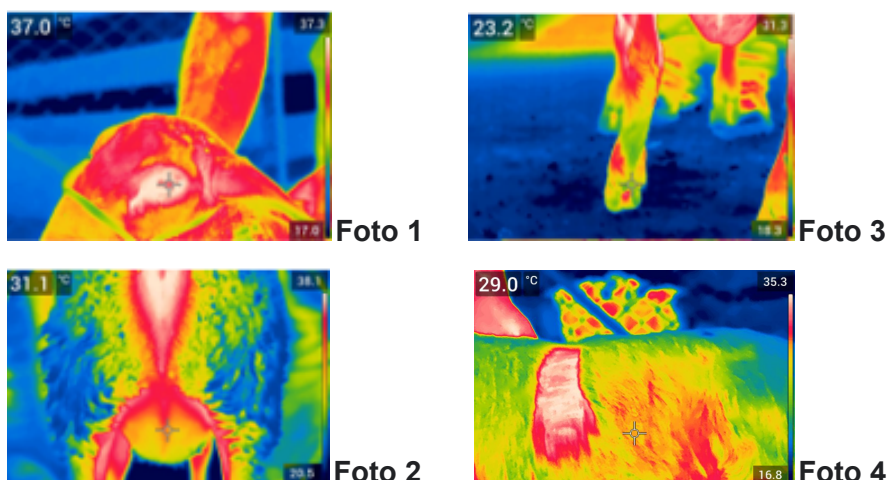
$$\text{CMS} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{GMD} + \beta_2 \text{PV}^{0.75} + \varepsilon,$$

em que  $\beta_0$  é o intercepto da regressão,  $\beta_1$  é o coeficiente de regressão do consumo de matéria seca (CMS) sobre o ganho médio diário (GMD),  $\beta_2$  é o coeficiente de regressão do CMS sobre o peso vivo metabólico ( $\text{PV}^{0.75}$ ), e o erro ( $\varepsilon$ ) é o CAR, que é a diferença entre o CMS observado e o CMS estimado. O CGR foi calculado como a soma do CAR com o ganho de peso residual, com o CAR multiplicado por menos um, e ambos ajustados para variância igual a um.

## 2.3 Termografia Infravermelha

No último dia de cada fase (1 e 2) os animais eram retirados da baia, e ainda dentro da instalação do teste (barracão coberto), em local padronizado, foram contidos em estação, manualmente por uma pessoa treinada, e fotos foram capturadas, animal por animal, a uma distância fixa de 60 cm, dos seguintes pontos: globo ocular, parte distal do membro posterior esquerdo, bolsa testicular e flanco esquerdo na altura do rúmen.

O equipamento utilizado para obtenção das fotos foi uma câmera Fluke (Fluke Corporation, Washington, EUA), modelo Ti25, calibrada para uma emissividade de 0,98. Os arquivos foram processados e interpretados pelo software SmartView 4.3 (Fluke Corporation, Washington, EUA), alterando a emissividade para 0,91, e uma paleta de cores com alto contraste. Em cada imagem, um marcador com temperatura média localizada (Figura 1), com a elipse na face ocular (foto 1) e testicular (30mm de diâmetro) (foto 2), e a retangular no membro posterior esquerdo (foto 3) e flanco esquerdo na altura do rúmen (30mm x 25mm) (foto 4). Para cada região anatômica, individualmente, foram analisadas as temperaturas mínimas, médias e máximas.



**Figura 1:** Fotografias termográficas das regiões face ocular (foto 1), testicular (foto 2), membro posterior esquerdo (foto 3) e flanco esquerdo na altura do rúmen (foto 4)

## 2.4 Análise estatística

Inicialmente a correlação de Pearson foi realizada entre as temperaturas mínimas, médias e máximas de cada região anatômica, utilizando o programa estatístico SAS. Devido a alta correlação encontrada entre essas temperaturas para cada região (ocular (TMEDOC), casco (TMEDC); testículo (TMEDT) e rúmen (TMEDR) optou-se por utilizar as temperaturas médias de  $33,94 \pm 1,24$ ,  $23,43 \pm 3,11$ ,  $27,43 \pm 1,79$ ,  $26,22 \pm 2,35$  °C, respectivamente.

Com os dados tabulados, as medidas de desempenho e eficiência das duas fases (1 e 2) foram compiladas, em um só arquivo, e os coeficientes de correlação de Pearson foram estimados, com as temperaturas das diferentes regiões (TMEDOC; TMEDCAS; TMEDTET; TMEDRUM), peso inicial (PI), peso final (PF), ganho médio diário (GMD), consumo e ganho residual (CGR), consumo alimentar residual (CAR) , também pelo programa SAS.

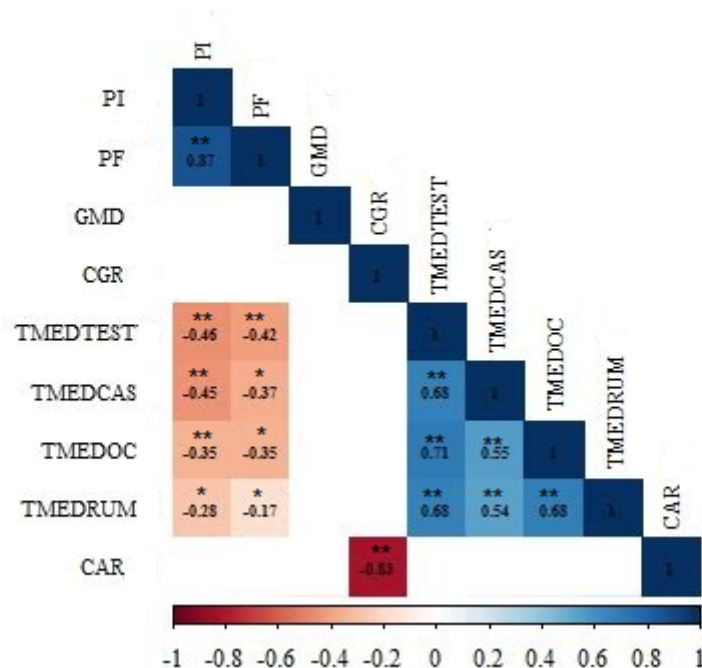
O programa R-studio foi utilizado para plotagem do “heatmap”.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as características de desempenho e eficiência, das fases 1 e 2, respectivamente, as médias foram: PI =  $28,94 \pm 3,21$  e  $44,50 \pm 4,07$  kg, PF=  $43,05 \pm 4,00$  e  $58,26 \pm 5,68$  kg, GMD=  $230 \pm 44,9$  e  $240 \pm 59,8$  g, CGR=  $-0,051 \pm 1,507$  e  $0,068 \pm 0,982$  e CAR=  $0,015 \pm 0,461$  e  $-0,017 \pm 0,444$ . As médias obtidas para temperatura média ocular (TMEDOC), membro posterior esquerdo (TMEDC), testículo

(TMEDT) e rumem (TMEDR) foram de  $33,94 \pm 1,24$ ,  $23,43 \pm 3,11$ ,  $27,43 \pm 1,79$ ,  $26,22 \pm 2,35$  °C, respectivamente.

As correlações entre as temperaturas médias, medidas de desempenho e de eficiência são apresentadas na Figura 2.



PI = peso inicial; PF = peso final; GMD = ganho médio diário; CGR = consumo e ganho residual; TMEDTEST = temperatura média testicular; TMEDCAS = temperatura média casco; TMEDOC = temperatura média ocular; TMEDRUM = temperatura média rúmen; CAR = consumo alimentar residual; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,001$ .

**Figura 2- Heatmap das correlações fenotípicas de Pearson entre as temperaturas médias, medidas de desempenho e de eficiência em ovinos de corte.**

As medidas de desempenho apresentaram correlações significativas apenas entre si, apenas com PI e PF ( $p < 0,001$ ), sendo alta e positiva. As medidas de eficiência entre si e as temperaturas médias das diferentes regiões entre si também apresentaram correlações altamente significativas.

A correlação do CAR com CGR foi alta e negativa, ou seja, quando um valor aumenta o outro diminui. Buarque (2018) relatou correlação alta ( $r = -0,98$ ) entre essas duas medidas de eficiência alimentar. Da mesma forma, Berry e Crowley (2012) obtiveram a correlação ( $r = -0,86$ )





entre essas duas medidas, ambos estudos com bovinos de corte. Essa correlação negativa está de acordo com o esperado, uma vez que animais considerados eficientes pelo CAR têm resultados negativos, considerando que ingerem menos matéria seca do que o esperado, enquanto os considerados eficientes pelo CGR têm valores estimados positivos.

As temperaturas médias, capturadas através das fotografias termográficas, apresentaram coeficientes positivos e de média-alta magnitude, caracterizando que com o aumento da temperatura de uma região, tem-se também o aumento de temperatura na região. As temperaturas médias, através da termografia, tiveram correlações negativas, com amplitude de baixa (0,28) a moderada (0,46) com as medidas de desempenho, com exceção do GMD, os quais não foram significativos. Assim, pelos maiores coeficientes encontrados da temperatura dos testículos (TMEDTEST) com as outras regiões fotografadas e com as medidas de desempenho, essa região poderia ser a de escolha para se capturar a imagem termográfica, com o intuito de correlacionar com essas características. Entretanto, as temperaturas médias das diferentes regiões não foram correlacionadas com as medidas de eficiência ( $P>0,05$ ). Buarque (2018) não encontrou correlações da termografia infravermelha com medidas de eficiência alimentar em gado de corte, mas observou que talvez essa falta de correlação entre as imagens e as medidas podem sofrer interferência do calor ambiente e estresse. Thompson et al. (2018) em estudos com eficiência alimentar e termografia infravermelha em gado de corte, não encontraram diferenças de temperaturas em animais classificados pelo CAR. Montanholi et al. (2009) encontraram correlações entre temperaturas de localização corporal e características de eficiência em touros de corte. A temperatura média dos olhos, bochechas e pés foi moderadamente correlacionada (0,24 a 0,43) com o CAR. A temperatura dos pés e bochechas foi positivamente correlacionada com o GMD (0,21 a 0,27). Os touros de baixo CAR apresentaram temperaturas mais baixas do que os touros de alto CAR para todas as localizações do corpo, exceto costelas, área traseira e escroto.

Através das fotografias obtidas do corpo do animal pela câmera termográfica, houve associação entre a termografia e o desempenho, porém não foi possível correlacionar a termografia com as medidas de eficiência neste trabalho, o que nas condições desse experimento, inviabilizaria o uso dessa técnica não invasiva (termografia) para predizer sobre animais eficientes (CAR- e CGR+) ou menos eficientes (CAR+ e CGR-).





#### 4. CONCLUSÃO

*A fotografia termográfica da região do testículo é a de eleição para associações com as medidas de desempenho, porém essa técnica não é indicada para correlacionar medidas de eficiência alimentar em ovinos Santa Inês.*

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pela bolsa PIBIC concedida (processo 127373/2021-7); a Fapesp pelo financiamento do projeto (Proc Fapesp 2018/09298-6); à Capes (código de financiamento 001); ao Instituto de Zootecnia pela estrutura concedida e a todos os colaboradores.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTHUR, P. F.; ARCHER, J. A.; HERD, R. M.; MELVILLE, G. J. Response to selection for net feed intake in beef cattle. In: Conference Of The Association For The Advancement Of Animal Breeding And Genetics, 14, 2001, Queenstown. **Proceedings...** Queenstown: AAABG, 2001. p. 135-138.

ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; HERD, R.M. Feed intake and efficiency in beef cattle: overview of recent Australian research and challenges for the future. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, p.361-369, 2004.

AZEVEDO, D.R.O.E., 2020; Utilização de termografia infravermelha como uma das ferramentas para a avaliação do bem-estar de equinos soltos e estabulados. Universidade de Brasília; Dissertação. pp. 61.

BASILE, R.C, 2012; Metodologia de avaliação e análise de termografia em equinos. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. Dissertação. pp. 102.

BUARQUE, V.L.M., 2018; Relação entre diferentes medidas de eficiência alimentar e características de desempenho, carcaça e termografia em bovinos Nelore confinados. Universidade de São Paulo. Dissertação. pp. 63.

CORRÊA, A.M., 2019; Termografia Infravermelha Para A Avaliação De Carcaça E Qualidade De Carne Bovina; Universidade Federal de Viçosa, Dissertação; pp. 24.

DALTRO, D.S., 2014, Uso da termografia infravermelha para avaliar a tolerância ao calor em bovinos de leite submetidos ao estresse térmico. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação. pp. 66.



DIGIOVANI, D.B., 2014; Termografia infravermelha como ferramenta diagnóstica para detecção da mastite subclínica bovina; Universidade do Norte do Paraná (Unopar), Dissertação, pp. 27.

GABBI, A.M.; KOLLING, G.J.; FISCHER, V.; PEREIRA, L.G.R.; TOMICH, T.R.; MACHADO, F.S.; CAMPOS, M.M.; SILVA, M.V.G.B.; CUNHA, C.S.; SANTOS, M.K.R.; PIMENTEL, C.M.M., 2021, Use of infrared thermography to estimate enteric methane production in dairy heifers. Quantitative InfraRed Thermography Journal.

LEÃO, J.M.; LIMA, J.A.M.; PÔSSAS, F.P.; PEREIRA, L.G.R., 2019; Uso da Termografia infravermelha na pecuária de precisão. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, nº 79 - dezembro de 2015.

MARTINS, R.F.S., 2011; Índice de conforto térmico e temperatura superficial por termografia infravermelha em ovinos; Universidade de Brasília, Dissertação..., pp. 84.

MONTANHOLI, Y. R. Genetic improvement in beef cattle for feed efficiency: increasing our understanding of the biological Basis. **Proceedings...** Beef Improvement Federation, 39 Annual Research Symposium & Annual meeting Fort 25. Collins, Colorado. Department of Animal & Poultry Science, Guelph, 2007.

MONTANHOLI, Y.R.; SWANSON, K.C.; SCHENKEL, F.S.; MCBRIDE, B.W.; CALDWELL, T.R.; MILLER, S.P., 2009; On the determination of residual feed intake and associations of infrared thermography with efficiency and ultrasound traits in beef bulls. Livestock Science; 125, 22-30.

ROBERTO, J.V.B., 2012. Efeito Do Ambiente Térmico E Uso Da Termografia De Infravermelho Em Caprinos Saanen E Seus Mestiços Com O Boer No Semiárido Brasileiro. Universidade Federal de Campina Grande. Dissertação. pp. 89.

ROBERTO, J.V.B., SOUZA, B.B.; FURTADO, D.A.; DELFINO, L.J.B., MARQUES, B.A.A., 2014. Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. J Anim Behav Biometeorol; v.2, n.1, p.11-19.

SAINZ, R. D.; GUEDES, C. F.; GOMES, R. C. Consumo Alimentar, Eficiência Alimentar e Impactos na Qualidade da Carne. In: V SIMCORTE - V Simpósio de Produção de Gado de Corte e I Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte, Viçosa. Anais... Viçosa: V SIMCORTE, 2006. p.345-360.

STELLETTA, C.; GIANESELLA, M.; VENCATO, J.; FIORE, E. & MORGANTE, M. (2012). Thermographic applications in veterinary medicine. In Infrared thermography. InTech.

VICENTINI, R.R.; FARO, L.; SANTANA, A.C., 2019; Termografia infravermelha: princípios básicos e aplicações em estudos com animais domésticos e selvagens. In: Avanços da Zoologia no Século XXI; Roberto Júnio Pedrosa Dias; 152p.