

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ANÁLISE MULTIVARIADA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS, FISIOLÓGICAS,
PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS E PRODUÇÃO E QUALIDADE DE LEITE
DE VACAS NO VERÃO**

RECIFE

2019

ANDREZA MALENA GUEDES DA COSTA SILVA

**ANÁLISE MULTIVARIADA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS, FISIOLÓGICAS,
PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS E PRODUÇÃO E QUALIDADE DE LEITE
DE VACAS NO VERÃO**

ESO apresentado à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos do curso de Graduação em Engenharia Agrícola, sob orientação do Prof. Dr. Gledson Luiz Pontes de Almeida, para obtenção do grau de Engenheiro Agrícola.

RECIFE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586a Silva, Andreza Malena Guedes da Costa
Análise multivariada de variáveis ambientais, fisiológicas, parâmetros comportamentais e produção e qualidade de leite de vacas no verão / Andreza Malena Guedes da Costa Silva. - 2019.
15 f. : il.
- Orientadora: GLEDSON LUIZ PONTES DE ALMEIDA.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental, Recife, 2020.
1. Estresse. 2. Sistema de resfriamento. 3. Vacas em lactação. I. ALMEIDA, GLEDSON LUIZ PONTES DE, orient.
II. Título

CDD 628

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. TÍTULO	6
2. INTRODUÇÃO	6
3. OBJETIVOS	6
3.1. Objetivo geral	6
3.2. Objetivos específicos	7
4. REVISÃO DE LITERATURA	7
5. MATERIAL E MÉTODOS	9
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
7. CONCLUSÕES	12
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

ANÁLISE MULTIVARIADA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS, FISIOLÓGICAS, PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS E PRODUÇÃO E QUALIDADE DE LEITE DE VACAS NO VERÃO

RESUMO

Objetiva-se determinar através da análise multivariada, quais, dentre as variáveis ambientais, fisiológicas e parâmetros comportamentais têm influência sobre a produção e qualidade do leite de vacas em lactação. Este estudo foi desenvolvido com dados provenientes de uma coleta realizada em 2009. Foram selecionadas 16 vacas Girolando multíparas em lactação. Os animais foram divididos em quatro tratamentos de 0, 10, 20 e 30 minutos sobre um sistema de resfriamento. A análise estatística empregada foi a multivariada, por meio da técnica Análise de Componentes Principais sobre as variáveis ambientais, fisiológicas e parâmetros comportamentais têm influência sobre a produção e qualidade do leite. A ruminação ficou oposta à produção, indicando que foi menor, pois apresenta uma condição de possível estresse. A CCS foi fortemente influenciada pela TR e por sua vez a FR. Tanto a TR quanto a FR apresentaram os maiores valores no tempo de 0 minutos indicando uma condição de estresse térmico, que refletiu em valores acentuados da CCS, reduzindo a qualidade do leite. O uso dos tempos de 10, 20 e 30 min de exposição das vacas ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo proporcionou alterações significativas na contagem de células somáticas.

PALAVRAS-CHAVE: estresse, sistema de resfriamento e vacas em lactação.

MULTIVARIATE ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL, PHYSIOLOGICAL VARIABLES, BEHAVIORAL PARAMETERS AND PRODUCTION AND QUALITY OF COW MILK IN SUMMER

ABSTRACT

The objective of this study was to determine, through the multivariate analysis, which, among the environmental, physiological and behavioral parameters, influence milk production and quality of lactating cows. This study was developed with data from a collection carried out in 2009. Sixteen lactating Girolando cows were selected. The animals were divided into four treatments of 0, 10, 20 and 30 minutes on a cooling system. The statistical analysis used was the multivariate, using the technique of Principal Component Analysis on the environmental, physiological and behavioral parameters have influence on milk production and quality. The rumination was opposite to the production, indicating that it was smaller, because it presents a condition of possible stress. The CCS was strongly influenced by the TR and in turn the FR. Both TR and FR presented the highest values in time of 0 minutes indicating a condition of thermal stress, which reflected in accentuated values of CCS, reducing milk quality. The use of 10, 20 and 30 min cow exposure times to the evaporative adiabatic cooling system provided significant changes in somatic cell counts.

KEYWORDS: stress, cooling system and lactating cows.

1. TÍTULO

ANÁLISE MULTIVARIADA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS, FISIOLÓGICAS, PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS E PRODUÇÃO E QUALIDADE DE LEITE DE VACAS NO VERÃO

2. INTRODUÇÃO

Animais de produção possuem uma zona de conforto térmico que é dependente da espécie, estado fisiológico, temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e radiação solar (NRC, 1971). Sob estresse térmico, a temperatura corporal do animal ultrapassa sua faixa de temperatura específica para a atividade normal, isto requer do organismo respostas fisiológicas e comportamentais para reduzir a temperatura corporal (BERNABUCCI et al., 2010). Tais repostas estão frequentemente associadas a prejuízos para a produção leiteira.

Regiões de clima tropical, como no Brasil, apresenta alta incidência de radiação solar, com predominância de temperaturas mais elevadas e conseqüentemente proporciona condições de estresse (ZANETTI et al., 2019).

Vacas em lactação de alta produtividade de leite submetem ao estresse térmico mais cedo do que as vacas em lactação de baixa produtividade, pois a imunidade destes animais é reduzida pelo estresse da produção de leite (TAO & DAHL, 2013; HU et al., 2016).

Diante disso a adoção do uso de coberturas, sistemas de ventilação, sistemas de ventilação mais nebulização, entre outros, tornam-se as alternativas para reduzir o estresse que esses animais sofrem (ALMEIDA et al., 2013; CHEN, SCHÜTZ & TUCKER, 2015; ZOTTI et al., 2017).

Contudo explicar os fenômenos que envolvem a produção e qualidade do leite de vacas leiteiras é complexo, visto que envolve um conjunto grande de variáveis, uma vez que as análises estatísticas convencionais podem capturar o efeito de apenas uma ou duas variáveis. Todavia, Macciotta et al. (2012) afirmam que o uso da análise multivariada é viável, pois essa técnica pode explicar mais de duas variáveis envolvidas.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Objetiva-se determinar através da análise multivariada, quais, dentre as variáveis ambientais, fisiológicas e parâmetros comportamentais têm influência sobre a produção e qualidade do leite de vacas em lactação submetidas a climatização na pré-ordenha nos tempos

de 0, 10, 20 e 30 minutos durante o período de verão na região do agreste pernambucano e determinar qual o melhor tempo de climatização para o acondicionamento dos animais.

3.2. Objetivos específicos

Verificar através da Análise de Componentes Principais, se a atividade comportamental do animal tem influência sobre a produção de leite.

Analisar se o emprego dos tempos de resfriamento adiabático evaporativo tem influência sobre a qualidade do leite.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Conforto térmico de bovinos de leite no Brasil

Dentro da ecologia e da climatologia, existe a bioclimatologia que trata dos efeitos do ambiente físico sobre os organismos vivos. Segundo Silva (2000), a bioclimatologia é a “ciência que busca entender as relações entre elementos climáticos e a fisiologia animal, tendo como perspectiva a superação de barreiras (limitações) impostas pelo meio ambiente sobre a expressão do potencial genético dos animais”. Dentro da área zootécnica, considerando países de clima tropical, um dos objetivos principais, é estudar o efeito do estresse térmico pelo excesso de calor sobre o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais. A partir destes conhecimentos, podem ser definidos os métodos, tipos e a disposição do manejo e das instalações, com o objetivo de minimizar o seu efeito ou proporcionar o conforto térmico (TAKAHASHI, BILLER & TAKAHASHI, 2009).

Os sistemas de produção de leite no Brasil são de grande diversidade, devido as condições climáticas e econômicas de cada região. As técnicas de produção dizem respeito à interação existente entre recursos econômicos sociais e climáticos e em virtude disso encontra-se grande variação entre os sistemas dentro de uma mesma região. Por estarem situados em latitude privilegiada os estados do sul do Brasil possuem vantagem sobre demais. (PELOZATO, 2012).

A maioria dos animais possui uma zona de conforto térmico que faz a temperatura de seu corpo se manter constante, com pouco esforço fisiológico. A esse controle se dá o nome de homeotermia e, através dela o gado pode manter sua temperatura corporal em torno de 37°C a 39°C. No Brasil, em regiões muito quentes o animal precisa de uma área mais fria ao qual ele possa transferir seu calor corporal. Segundo alguns especialistas, vacas em lactação devem dispor de um ambiente com temperaturas entre 4°C e 24°C. Para isto, nas regiões quentes do Brasil existem várias alternativas de modificação ambiental destinadas a reduzir o impacto

térmico sobre os animais. Como a disponibilidade de sombra, o resfriamento evaporativo com água em forma de névoa, neblina ou gotejamento. O uso de ventilação natural, ou mesmo de ar refrigerado em confinamento total, são outras formas de diminuir o estresse calórico (MARCELINO, 2017).

4.2. Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos de leite

Segundo Souza et al. (2012), os animais homeotérmicos devem manter a temperatura corporal dentro de limites estreitos ao longo das 24 horas do dia. Para tanto, deve haver um equilíbrio entre a termogênese (produção de calor) e a termólise (perda de calor) durante esse período.

Quando colocados sobre a influência de altas temperaturas os animais acabam entrando em uma situação de estresse. A termorregulação causa um gasto energético extra no animal ocasionando uma alteração na sua produtividade, mesmo sendo a termorregulação o sistema natural de controle de temperatura corporal. A produção de leite e a reprodução são as primeiras funções a serem prejudicadas quando o animal é acometido pelo estresse térmico. (ALMEIDA et al., 2011).

De acordo com Randall (2010), estresse refere-se ao que acontece quando um organismo deixa de responder adequadamente às ameaças, o que pode trazer como consequências comprometimento da função imune, do ganho de peso e do desenvolvimento; tornando-se assim relevante a compreensão das interações bioquímicas que constituem a resposta ao estresse.

As respostas fisiológicas são um somatório de todas as reações sistêmicas, que desencadeiam mudanças neuroendócrinas e metabólicas no animal. Para suprir as necessidades temporárias dos animais, o corpo começa a buscar um equilíbrio através de alterações comportamentais. comportamento se altera conforme as necessidades e as preferências temporárias dos animais (FERREIRA et al., 2014).

Como resposta ao estresse térmico, mecanismos de termólise são acionados pelo metabolismo animal, para conseguir manter a homeotermia interna, alguns processos de desenvolvimento, produção e reprodução dos animais acabam sendo prejudicados (AVENDANO et al., 2006). Além disso, os mecanismos de termorregulação, que são controlados pelo sistema endócrino e nervoso, tornam-se desencadeados, tendo como respostas principais o aumento das frequências respiratória e cardíaca (ARCARO JUNIOR et al., 2003; MARTELLO et al., 2004).

De acordo com Porcionatto et al. (2009), a diminuição na produção de leite das vacas em estresse térmico por calor se deve, principalmente pela redução na ingestão de alimentos. Quanto mais o animal está exposto ao estresse térmico menor será o seu consumo alimentar, isso se dá principalmente à inibição pelo calor, do centro do apetite localizado no hipotálamo, resultante da hipertermia corporal. Baeta et al. (2010) relatam que vacas submetidas a estresse calórico no pico de lactação podem ter comprometimento na produção total de leite durante a lactação.

4.3. Emprego da análise multivariada na agropecuária

Muitos economistas agrícolas, engenheiros agrícolas e outros profissionais da área tem estudado a respeito do processo de modernização da agropecuária, para melhoramento na produção. É comum observar as diferenças obtidas entre as produções realizados em estações experimentais que usam tecnologia e a produção tradicional dos agricultores em sua propriedade.

Segundo Sartorio (2008), a denominação “análise multivariada” corresponde a um grande número de métodos e técnicas que utilizam simultaneamente as informações de todas as variáveis respostas na interpretação do conjunto de dados, levando em conta as correlações existentes entre elas.

A técnica em componentes principais é usada com o objetivo de reduzir um número de variáveis relativamente grande, facilitando assim a análise desejada. Quando a análise é realizada pelo método de componentes principais (ACP) é usada uma técnica estatística que, em um conjunto de variáveis, os componentes principais são combinações lineares dessas variáveis, construídas para explicar a variância das variáveis originais (HOFFMANN, 1992).

As técnicas de análise multivariada podem ser aplicadas em várias áreas para investigações científicas; um exemplo é na agronomia, onde o profissional pode prever o genótipo dos frutos, peso médio do fruto ou o teor de açúcar do mesmo; na zootecnia pode ser usado para avaliar várias características de bovinos, como a qualidade da carne através da perda de peso por gotejamento, gordura intramuscular, etc. (SARTORIO, 2008).

5. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido com dados provenientes de uma coleta realizada em 2009 em uma propriedade com enfoque na produção leiteira (FIGURA 1). Latitude 8°36'35"S e Longitude 36°37'33"W e altitude de 755 m. Conforme a classificação climática de Köppen, o clima é caracterizado como Bsh – semiárido (ALMEIDA et al., 2011).

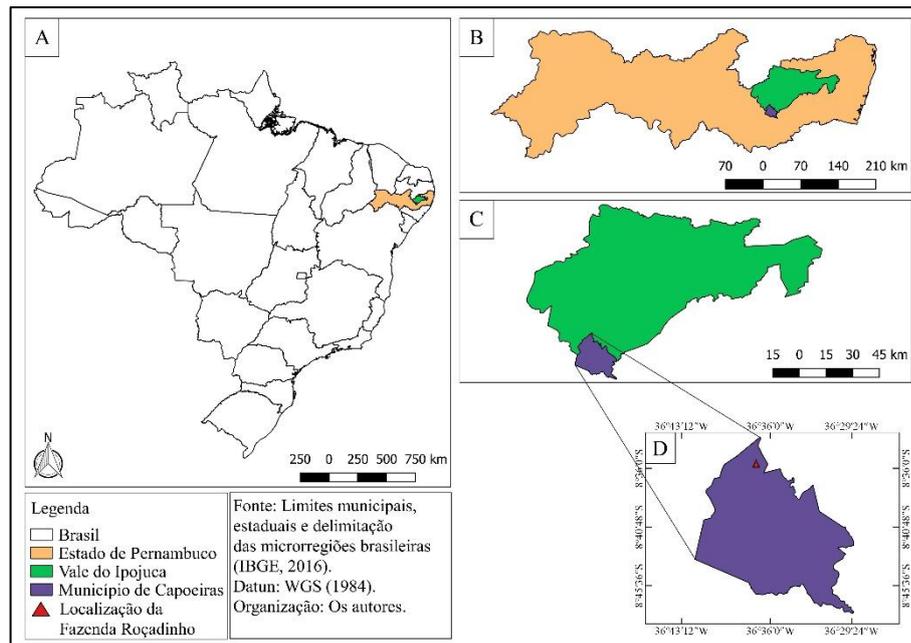


FIGURA 1. Localização da propriedade leiteira.

Foram selecionadas 16 vacas Girolando múltiparas em lactação. Os animais foram divididos em quatro tratamentos de 0, 10, 20 e 30 minutos sobre um sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE).

Para o registro da temperatura do bulbo seco (T_{bs} , °C) e da umidade relativa do ar (UR, %) utilizou dataloggers. A velocidade do vento ($m\ s^{-1}$), foi registrada através de um anemômetro de hélice no interior da instalação. Na avaliação dos parâmetros fisiológicos foram registrados os dados de temperatura retal (TR; °C) e frequência respiratória (FR; $mov\ min^{-1}$), realizados antes e após as ordenhas. Conforme metodologia estabelecida por Almeida et al. (2013), a coleta de dados referente ao comportamento dos animais foi feita por meio do método focal, em que as atividades foram registradas em intervalos de 10 minutos, nos horários compreendidos das 7 às 13 h e de 15 às 17 h, e realizado duas vezes por semana durante o período de estudo.

O delineamento experimental adotado foi em quadrado latino 4 x 4, utilizando-se os 16 animais, distribuídos aleatoriamente em 4 conjuntos (C1, C2, C3 e C4), com 4 fases experimentais (F1, F2, F3 e F4) e 4 tratamentos (T0, T1, T2 e T3). A análise estatística empregada foi a multivariada, por meio da técnica ACP (Análise de Componentes Principais), que permite condensar a maior quantidade da informação original contida em n variáveis ($n = 15$) em duas variáveis latentes ortogonais denominadas componentes principais (CP1 e CP2 respectivamente). Para isso, foi utilizada a matriz de covariância dos dados, da qual foram

extraídos os autovalores que originam os autovetores (componentes principais, CPs) (Kaiser, 1958).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 apresenta os gráficos bidimensionais das variáveis ambientais, variáveis fisiológicas, produção e qualidade do leite sob os tempos de resfriamento adiabático evaporativo no período da manhã e tarde. Se observa que a ruminação ficou oposta à produção, assim que a ruminação de acordo com a CP1, ficou no quadrante da frequências respiratória, temperatura retal e temperatura do ar para manhã e na CP2 para tarde, indicando que foi menor, pois apresenta uma condição de possível estresse.

Estudos como de Abeni & Galli (2017) afirmam que pode haver tal relação, visto que durante o dia os animais passem por estresse térmico, ressaltam que vacas leiteiras são capazes de compensar as condições estressantes diurnas se o clima noturno permitir uma recuperação do estresse sofrido durante o dia.

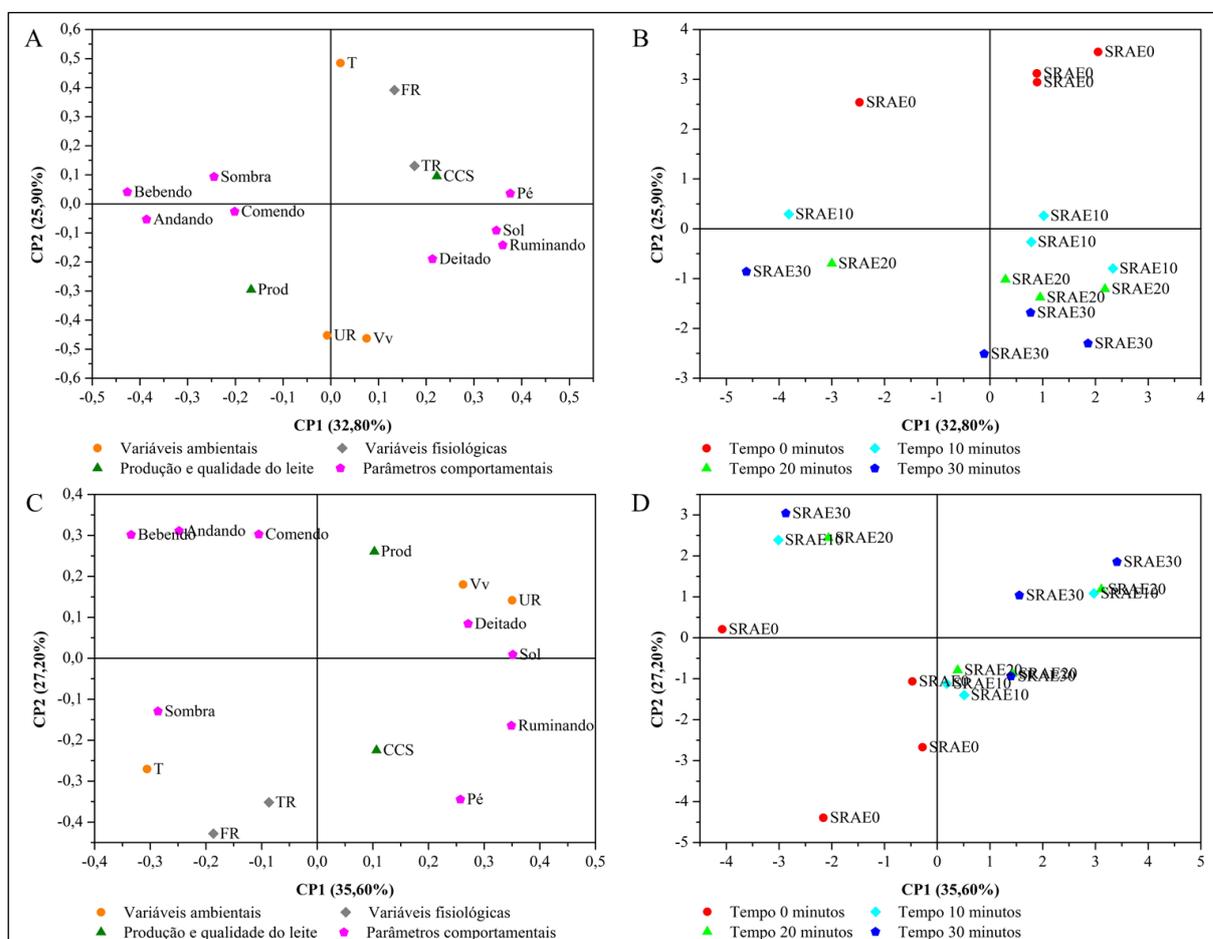


FIGURA 2. Componentes principais das variáveis ambientais, fisiológicas, parâmetros comportamentais, produção e qualidade do leite, no período da manhã (Figura 2A e Figura 2B) e tarde (Figura 2C e Figura 2D).

T: temperatura do ar; UR: umidade relativa do ar; Vv: velocidade do vento; TR: temperatura retal; FR: frequência respiratória; Prod: produção de leite; CCS: contagem de células somáticas; SRAE: sistema de resfriamento adiabático evaporativo.

A CCS foi fortemente influenciada pela TR e por sua vez a FR. Tanto a TR quanto a FR apresentaram os maiores valores no tempo de 0 minutos (SRAE 0) indicando uma condição de estresse térmico, que refletiu em valores acentuados da CCS, reduzindo a qualidade do leite. Em oposição observa que o uso dos tempos de 20 e 30 minutos proporcionou redução na CCS, melhorando a qualidade do leite.

Almeida et al. (2013), Zotti et al. (2017) e Silva & Passini (2018) observaram que o uso do sistema de climatização em 30 minutos proporcionou melhores resultados na produção de leite. Todavia no presente estudo há um manejo de tempo no uso do sistema de resfriamento, onde na manhã usa-se 20 minutos e a tarde 30 minutos, de forma que se obtenha melhores resultados na produção.

7. CONCLUSÕES

Com exceção da atividade do animal ruminando, as demais atividades comportamentais não tiveram influência sobre a produção de leite.

O uso dos tempos de 10, 20 e 30 min de exposição das vacas ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo proporcionou alterações significativas na contagem de células somáticas, quando comparadas com as vacas que não foram submetidas ao sistema de resfriamento.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABENI, F.; GALLI, A. Monitoring cow activity and rumination time for an early detection of heat stress in dairy cow. **International journal of biometeorology**, International Society of Biometeorology, v. 61, n. 3, p. 417-425, 2017.
- ALMEIDA, G. L. P.; PANDORFI, H.; GUISELINI, C.; HENRIQUE, H. M.; ALMEIDA, G. A. Uso do sistema de resfriamento adiabático evaporativo no conforto térmico de vacas da raça girolando. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 7, p. 754-761, 2011.
- ALMEIDA, G. L.; PANDORFI, H.; BARBOSA, S. B.; PEREIRA, D. F.; GUISELINI, C.; ALMEIDA, G. A. Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir

- com climatização no curral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 892-899, 2013.
- ARCARO JUNIOR, I.; ARCARO, J.R.P.; POZZI, C.R.; FAGUNDES, H.; MATARAZZO, S.V.; OLIVEIRA, C.A. Teores plasmáticos de hormônios, produção e composição do leite em sala de espera climatizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.350-354, 2003
- AVENDANO, R.L.; ALVAREZ, V.F.D.; CORREA, C.A.; SAUCEDO, Q.J.S.; ROBINSON, P.H.; FADEL, J.G. Effect of cooling Holstein cows during the dry period on pósiparum performance under heat stress conditions. **Livestock Production Science**, v.105, p.198-206, 2006.
- BAETA, F. C.; SOUZA, C. F. *Ambiência em edificações rurais - conforto animal*. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa. 2010. 269p.
- BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P.; RONCHI, B.; NARDONE, A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1167-1183, 2010.
- CHEN, J. M.; SCHÜTZ, K. E.; TUCKER, C. B. Cooling cows efficiently with sprinklers: Physiological responses to water spray. **Journal of dairy science**, American Dairy Science Association, v. 98, n. 10, p. 6925-6938, 2015.
- FERREIRA, L. C. B.; MACHADO FILHO, L. C. P.; HOTZEL, M. J.; ALVES, A. A.; OLIVEIRA BARCELLOS, A. Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de Sombra. **Caderno de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2014.
- HOFFMANN, R. **Componentes principais e análise fatorial**. Piracicaba: ESALQ/USP - DESR, 1992. 25 p. (Série Didática, 76).
- HU, H.; ZHANG, Y.; ZHENG, N.; CHENG, J.; WANG, J. The effect of heat stress on gene expression and synthesis of heat-shock and milk proteins in bovine mammary epithelial cells. **Animal Science Journal**, Japanese Society of Animal Science, v. 87, n. 1, p. 84-91, 2016.
- MACCIOTTA, N. P. P.; CECCHINATO, A.; MELE, M.; BITTANTE, G. Use of multivariate factor analysis to define new indicator variables for milk composition and coagulation properties in Brown Swiss cows. **Journal of dairy science**, American Dairy Science Association, v. 95, n. 12, p. 7346-7354, 2012.
- MARCELINO, R. A. A importância do conforto térmico para o rebanho leiteiro. **Instituto de Estudos Pecuários**, 2017. Disponível em: <<https://iepec.com/importancia-do-conforto-termico-para-o-rebanho-leiteiro/>>. Acesso em: 21 de agosto de 2019.

- MARTELLO, L.S.; SAVASTANO Jr.; H.; SILVA, S.L.; TITTO, E.A.L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.3-11, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1971). **A guide to environmental research on animals. National Academies.**
- National Research Council (NRC). (1971). A guide to environmental research on animals. National Academies.
- PELOZATO, P. **Produção de leite a base de pasto.** 2012. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2012.
- PORCIONATTO, M. A. F.; FERNANDEZ, A. M.; SARAN NETTO, A. et al. Influência do estresse calórico na qualidade e na produção de leite. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais*, v.7, n.4, p.483-490, 2009.
- RANDALL, M. The physiology of stress: Cortisol and the hypothalamic-pituitary-adrenal axis. **Dartmouth Undergraduate Journal of Science**, v. 13, n. 1, p. 22-24, 2010.
- SARTORIO, S. D. **Aplicações de técnicas de análise multivariada em experimentos agropecuários usando o software R.** Dissertação (Mestrado em estatística e experimentação agrônoma) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, Piracicaba. p.131, 2008.
- SILVA, D. C.; PASSINI, R. Assessing different holding pen cooling systems through environmental variables and productivity of lactating cows. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, vol. 40.
- SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal.** São Paulo: Nobel, 2000. 286p.
- SOUZA, B.B. et al. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.3, p.6-10, 2012. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA>>. Acesso em 24 de agosto de 2019.
- TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; TAKAHASHI, K. M. **Bioclimatologia zootécnica. Unesp, Jaboticabal**, 2009.
- TAO, S.; DAHL, G. E. Invited review: heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. **Journal of Dairy Science**, American Dairy Science Association, v. 96, n. 7, p. 4079-4093, 2013.
- ZANETTI, D.; PRADOS, L. F.; MENEZES, A. C. B.; SILVA, B. C.; PACHECO, M. V.; SILVA, F. A. S.; SILVA, L. F. C.; DETMANN, E.; ENGLE, T. E.; VALADARES FILHO, S. C. Prediction of water intake to *Bos indicus* beef cattle raised under tropical conditions.

Journal of Animal Science, American Dairy Science Association, v. 97, n. 3, p. 1364-1374, 2019.

ZOTTI, C. A.; ZOTTI, M. L. N.; PETROLI, T. G.; BASSO, A. C. Climatização da sala de espera para vacas criadas a pasto sem sombreamento. **Archivos de zootecnia**, Córdoba, v. 66, n. 254, p. 167-171, 2017.