

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

INTERAÇÃO ENTRE FATORES AMBIENTAIS, SAÚDE,
EFICIÊNCIA PRODUTIVA E REPRODUTIVA DE VACAS
HOLANDESAS EM *FREE STALL*

Autora: Leidiane Gonçalves Fernandes

Orientadora: Dr.^a Karen Martins Leão

Coorientadora: Dr.^a Cibele Silva Minafra

Coorientador: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva

Rio Verde - GO

Agosto-2019

INTERAÇÃO ENTRE FATORES AMBIENTAIS, SAÚDE,
EFICIÊNCIA PRODUTIVA E REPRODUTIVA DE VACAS
HOLANDESAS EM *FREE STALL*

Autora: Leidiane Gonçalves Fernandes
Orientadora: Dr.^a Karen Martins Leão
Coorientadora: Dr.^a Cibele Silva Minafra
Coorientador: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – campus Rio Verde - Área de concentração Zootecnia.

Rio Verde - GO

Agosto - 2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

F363i Fernandes, Leidiane Gonçalves
Interação entre fatores ambientais, saúde, eficiência produtiva e reprodutiva de vacas Holandesas em free stall / Leidiane Gonçalves Fernandes; orientadora Karen Martins Leão; co-orientador Marco Antônio Pereira da Silva. -- Rio Verde, 2019.
55 p.

Dissertação (em Mestrado em Zootecnia) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. Estresse térmico. 2. ITU. 3. Ordem de parto. 4. Retenção de placenta. 5. Vaca leiteira. I. Leão, Karen Martins , orient. II. da Silva, Marco Antônio Pereira, co-orient. III. Título.



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Leidiane Gonçalves Fernandes

Matrícula: 2017202310210068

Título do Trabalho: Interação entre fatores ambientais, saúde, eficiência produtiva e reprodutiva de vacas holandesas em *free stall*.

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: __/__/__

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde 24/09/19
Local Data

Leidiane Gonçalves Fernandes

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

[Assinatura]
Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CÂMPUS RIO VERDE - GO
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ATA Nº/106
ATA DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ao sétimo dia do mês de agosto do ano de dois mil e dezenove, às 08h30min (oito horas e trinta minutos), reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof.^a Dra. Karen Martins Leão (orientadora), Prof.^a Dra. Jéssika Mara Martins Ribeiro (avaliadora externa), Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva (avaliador interno) e Prof. Dr. Tiago Pereira Guimarães (avaliador interno), sob a presidência da primeira, em sessão pública realizada no auditório da Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação do Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, para procederem à avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, área de concentração **Zootecnia – Produção Animal**, da autoria de LEIDIANE GONÇALVES FERNANDES, discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof.^a Dra. Karen Martins Leão, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a autora da Dissertação para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM ZOOTECNIA**, na área de concentração **Zootecnia – Produção Animal**, pelo Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGZ da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até 60 (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, eu, Viviane Proto Ferreira, secretária do PPGZ, lavrei a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora em quatro vias de igual teor.


Prof. Dr. Tiago Pereira Guimarães
Avaliador interno
IF Goiano/ RV


Prof.^a Dra. Jéssika Mara Martins Ribeiro
Avaliadora externa
IF Goiano/ RV


Prof.^a Dra. Karen Martins Leão
Presidente da banca
IF Goiano/ RV


Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Avaliador interno
IF Goiano/ RV

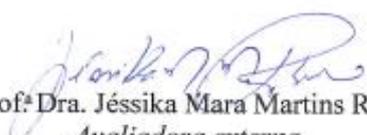
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

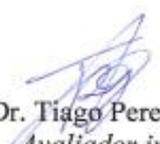
**INTERAÇÃO ENTRE FATORES AMBIENTAIS, SAÚDE,
EFICIÊNCIA PRODUTIVA E REPRODUTIVA DE VACAS
HOLANDESAS EM *FREE STALL***

Autora: Leidiane Gonçalves Fernandes
Orientadora: Karen Martins Leão

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia – Área de concentração Zootecnia
– Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

APROVADA em 07 de agosto de 2019.


Prof.^a Dra. Jéssika Mara Martins Ribeiro
Avaliadora externa
IF Goiano/ RV


Prof. Dr. Tiago Pereira Guimarães
Avaliador interno
IF Goiano/ RV


Prof.^a Dra. Karen Martins Leão
Presidente da banca
IF Goiano/RV


Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Avaliador interno
IF Goiano/ RV

AGRADECIMENTOS

Ao meu namorado Luiz Mauro Dias Junior, por me apoiar e encorajar desde o princípio. Por enxugar as minhas lágrimas quando entrava em desespero por causa da pressão e problemas de saúde adquiridos ao longo desses dois anos. Por me distrair e alegrar nos dias conturbados...

Aos meus pais José Alves Fernandes e Maria do Carmo Gonçalves Lima, minha irmã Kamila Gonçalves Fernandes, que mesmo não falando diretamente sempre me incentivaram a estudar, e naqueles momentos difíceis jamais me disseram “desista” ou “isso não vale a pena”. O meu sincero obrigada!

À minha orientadora Dr.^a Karen Martins Leão, pela acolhida em mais uma fase acadêmica. Pelo aconselhamento, “puxões de orelha”, por não desistir da orientação e em muitos momentos ser uma mãe para ser orientados.

Aos colegas do Laboratório de Reprodução Animal - IF Goiano, pela ajuda na execução dos procedimentos laboratoriais e em especial à minha amiga e madrinha Angélica Cabral Oliveira, pela amizade e ajuda em diversos momentos.

À doutora Thaisa Campos Marques, por toda colaboração durante a coleta dos dados.

Ao doutor Tiago do Prado Paim, por realizar a análise estatística.

Aos meus amigos Karen Sofia Rezende dos Santos e Quemuel Mendes Vieira Gonçalves, que mesmo longe estavam dispostos a me ouvir e aconselhar.

Ao professor Marco Antônio Pereira da Silva, por ministrar as aulas mais alegres que já presenciei na pós-graduação.

À minha dermatologista Aline Coelho Sancho, que através de uma consulta rotineira percebeu que eu não estava bem e me orientou a procurar um especialista.

À minha psicóloga Patrícia Arantes Morais Fernandes, por exercer seu trabalho tão bem e ter mostrado como enfrentar esse período cheio de obstáculos. Por ajudar a superar o desânimo e medo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

E todos aqueles que estiveram envolvidos diretamente ou indiretamente na realização deste trabalho, agradeço imensamente.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Leidiane Gonçalves Fernandes, filha de José Alves Fernandes e Maria do Carmo Gonçalves Lima. Nascida em 22 de julho de 1992 na cidade de Xinguara - Pará. Ingressou no curso de Bacharelado em Zootecnia no primeiro semestre de 2012 no IF Goiano – campus Rio Verde, concluiu sua graduação no primeiro semestre de 2017. No segundo semestre de 2017, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na mesma instituição. No segundo semestre de 2019, concluiu o Mestrado em Zootecnia.

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Estresse térmico e termoneutralidade	12
2.1.1 Avaliação do estresse térmico.....	13
2.1.1.1 Índice de Temperatura e Umidade (ITU)	13
2.1.1.2 Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU).....	14
2.2 Fatores que podem influenciar a eficiência reprodutiva.....	14
2.2.1 Estação do ano e estresse térmico.....	15
2.2.2 Patologias.....	17
Mastite clínica.....	17
Retenção de placenta	18
2.2.3 Ordem de parto	20
2.3 Fatores que podem influenciar a produção de leite	21
2.3.1 Estação do ano e estresse térmico.....	21
2.3.2 Patologias.....	22
Mastite clínica.....	22
Retenção de placenta	23
2.3.3 Ordem de parto	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
CAPÍTULO I	31
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS	35
Análise Estatística.....	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS.....	51

ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Média e erro padrão das variáveis ambientais, temperatura ambiente mínima, máxima e média, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade (ITU) mínimo, máximo e médio nas diferentes estações do ano durante o período experimental.....	37
Tabela 2. Efeito da temperatura retal na inseminação artificial (IA), produção de leite na IA, produção de leite no pico da lactação, produção de leite aos 305 dias, contagem de células somáticas (CCS) na IA, escore de condição corporal, ordem de parto (2° a 6°), retenção de placenta e doenças na taxa de prenhez aos 60 dias, após a primeira inseminação artificial de vacas multíparas.....	40
Tabela 3. Probabilidade de prenhez de acordo com a ordem de parto e a ocorrência de retenção de placenta.....	41
Tabela 4. Probabilidade de retenção de placenta de acordo com a estação do parto.....	43
Tabela 5. Efeito do horário da inseminação artificial (IA), touro e tipo de IA (cio natural ou IA em tempo fixo - IATF) sobre taxa de prenhez aos 60 dias após a primeira IA.....	43
Tabela 6. Probabilidade de prenhez aos 60 dias após a primeira inseminação artificial (IA) referente aos touros 2 e 9 de acordo com a estação da inseminação.....	44
Tabela 7. Efeito de temperatura ambiente mínima, média, máxima, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade (ITU) mínimo, médio e máximo no momento do parto e da inseminação sobre taxa de prenhez aos 60 dias após a primeira inseminação artificial pós-parto.....	44
Tabela 8. Efeito da estação do parto e da estação da inseminação sobre a taxa de prenhez aos 60 dias após primeira inseminação artificial.....	45
Tabela 9. Valores médios das variáveis para formação dos <i>clusters</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Biplot com representação dos escores das observações para os componentes principais 1 e 2.....	46
Figura 2. Biplot com representação dos escores das observações para os componentes principais 1 e 3.....	47
Figura 3. Biplot com representação dos escores das observações para os componentes principais 2 e 3.....	48
Figura 4. <i>Clusters</i> dos animais durante o período experimental.....	49

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

CP	Componentes principais
CCS	Contagem de células somáticas
CMS	Consumo de matéria seca
DEL	Dias em lactação
ECC	Escore de condição corporal
EROS	Espécies reativas de oxigênio
IA	Inseminação artificial
IATF	Inseminação artificial em tempo fixo
IPP	Idade ao primeiro parto
ITU	Índice de temperatura e umidade
ITGU	Índice de temperatura de globo e umidade
PVE	Período voluntário de espera
UR	Umidade relativa do ar

RESUMO

A principal raça leiteira utilizada em sistema intensivo de produção é a Holandês, que por ser de clima temperado, necessita de um microclima controlado. No sistema *free stall*, o uso de ventiladores associados à aspersão ajuda a controlar o estresse térmico (ET) durante os dias mais quentes. Diante da problemática, objetivou-se avaliar a interação dos fatores ambientais no parto e na primeira inseminação artificial (IA), saúde de útero, casco e úbere, eficiência produtiva e reprodutiva de vacas Holandesas lactantes estabuladas em *free stall*. A partir dos softwares Ideagri[®] (Belo Horizonte, Brasil) e Dairy Plan[®] (GEA, Düsseldorf, Alemanha) foram coletados dados de produção, reprodução e saúde de 321 vacas, com 392 registros de primeira IA pós-parto e 451 registros de partos no período de março de 2016 a junho 2018 de uma granja leiteira localizada no município de Santa Helena de Goiás/Goiás. O índice de temperatura e umidade (ITU) foi calculado a partir dos dados meteorológicos de temperatura e umidade relativa do ar disponibilizados pelo software da estação meteorológica localizada na fazenda (ADAMA Clima[®], Adama Brasil, Londrina, Brasil). As variáveis ambientais foram avaliadas quanto à estação do ano mediante análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis. Os efeitos da estação em que ocorreu o parto e a IA sobre a taxa de prenhez aos 60 dias após a primeira IA foram avaliados por regressão logística contida no pacote “aod” do software R e as diferenças entre as taxas de prenhez médias de cada estação foram determinadas pelo teste Qui-Quadrado. A análise de correlação foi realizada pelo pacote “polycor”. A matriz de correlações foi decomposta em autovalores e autovetores e utilizada para a análise de Componentes Principais (CP) utilizando o pacote “PCAmixdata”. Os resultados da CP foram utilizados para análise de *clusters* com o pacote “cluster”. Verificou-se que a taxa de prenhez aos 60 dias, após primeira IA pós-parto, foi influenciada positivamente na quarta lactação e negativamente pela ocorrência de retenção de placenta (RP) e estações quentes em que foi realizada a IA. Em conclusão, a RP e a estação que foi realizada a IA com ITU máximo acima de 80, interferiu na eficiência reprodutiva das vacas Holandesas em lactação, podendo gerar perdas econômicas.

ABSTRACT

The major dairy breed used in the intensive production system is the Holstein-Frísia, which is a temperate climate race and needs a controlled microclimate. In the free stall system, the use of fans associated with water sprinkler helps control heat stress (HS) during warmer days. Given the problem, the objective was to evaluate the environmental factors interaction in calving and first artificial insemination (AI), the health of uterus, hoof and udder, productive and reproductive efficiency of lactating Holstein cows in the free stall. From software Ideagri® (Belo Horizonte, Brazil) and Dairy Plan® (GEA, Düsseldorf, Germany), production, breeding and health data were collected from 321 cows, with 392 records of first postpartum AI and 451 calving records in March 2016 to June 2018 of a dairy farm located in the county of Santa Helena de Goiás/Goiás. The temperature and humidity index (THI) were calculated from the meteorological temperature and relative air humidity, from data provided by the farm's weather station software (ADAMA Clima®, Adama Brazil, Londrina, Brazil). The environmental variables were evaluated for season by analysis of variance (ANOVA) and the means compared by the Kruskal-Wallis test. The effects of the birth season and AI on pregnancy rate at 60 days after the first AI were evaluated by logistic regression contained in the “aod” package from R software, and the differences between the average pregnancy rates of each season were set by the chi-square test. Correlation analysis was performed by the “polycor” package. The correlation matrix was decomposed into eigenvalues and eigenvectors, and used for Principal Component analysis (PC) using the package “PCAmixdata”. PC results were used for cluster analysis with the cluster package. The pregnancy rate at 60 days after the first postpartum AI was positively influenced on the fourth lactation, and negatively by the occurrence of placental retention (PR) and warm seasons in which the AI was performed. In conclusion, the PR and the AI station with a maximum UTI above 80 interfered in the reproductive efficiency of lactating Holstein cows, which could generate economic losses.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Em 2018, o Brasil apresentou produção de 24,45 bilhões de litros de leite, os quais foram entregues em laticínios que atuam sob algum tipo de inspeção sanitária (Federal, Estadual ou Municipal). O volume de capitação foi maior nos seguintes estados: Paraná, Minas Gerais, Bahia e Goiás (IBGE, 2018). Apesar do setor de bovinocultura de leite apresentar alguns problemas como o preço pago ao produtor e disponibilidade de mão de obra qualificada, a atividade mostra-se rentável, pois possui diversas tecnologias que possibilitam atender todas as necessidades dos animais quanto a nutrição e ambiente apropriado (EMBRAPA, 2018).

Os problemas de saúde, reprodutivos e distúrbios de úbere foram os principais fatores de risco para o abate involuntário de vacas leiteiras. O risco de descarte aumenta para as vacas de terceiro parto ou ordem de parto superiores, que parem no período do verão e outono e apresentam idade ao primeiro parto acima de 24 meses em condições climáticas do Marrocos (BOUJENANE, 2017).

Os sistemas de alojamento de vacas leiteiras têm sido estudados como um dos fatores que influenciam diretamente a produção, o comportamento da lactação e saúde do animal, podendo afetar também a reprodução (SOLANO *et al.*, 2016). A frequência de atividade anormal ou reduzida dos animais nesses sistemas de alojamentos também são indicadores potenciais e preditores de transtornos pós-parto, principalmente de metrite e retenção de placenta (SEPÚLVEDA-VARAS; WEARY; VON KEYSERLINGK, 2014).

Considerando a natureza complexa e multifatorial dos problemas de locomoção, as associações são possivelmente em razão do gerenciamento e projeto das instalações em fazendas tecnificadas e no caso das antigas, pior qualidade do piso e projeto do estábulo. A prevalência de claudicação diminui com o aumento no número de animais do rebanho e aumenta com a idade do estábulo (CHAPINAL *et al.*, 2014).

No Brasil central, predominam apenas duas estações, a estação seca (inverno) e a estação chuvosa (verão). Para melhor controle das doenças podais, recomenda-se maior atenção ao manejo do rebanho na estação seca, pois a precipitação é sazonal. As doenças metabólicas e nutricionais também têm tendência de ocorrer nessa época, enquanto as doenças infecciosas ocorrem com maior frequência na estação chuvosa (SILVA *et al.*, 2018).

Em condições de clima do Brasil, espera-se a interação da estação do ano com fatores de risco específicos que causam maior ocorrência de mastite nos rebanhos leiteiros. Os fatores de risco específicos são: a ordem de parto, meses em lactação, contagem de células somáticas (CCS), histórico de mastite clínica e o ambiente que é a principal fonte de patógenos causadores de mastite clínica, com o maior envolvimento de coliformes (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

A estação do ano também pode influenciar a reprodução, sendo que vacas concebidas no inverno tiveram melhor eficiência reprodutiva, maior produção de leite, gordura do leite e sobrevivência do que as vacas concebidas no verão. Essas consequências fornecem evidências de que o estresse térmico associado à estação da concepção pode alterar os processos epigenéticos do embrião que conseqüentemente afetam os estágios iniciais do desenvolvimento embrionário (PINEDO; DE VRIES, 2017).

As vacas leiteiras em lactação preferem as temperaturas ambientais entre -5°C e 25°C, conhecida como zona termoneutra. Acima dessa zona de temperatura, as vacas não podem mais se resfriar adequadamente e começam a sofrer com estresse por calor e em regiões de clima tropical ou subtropical as temperaturas são superiores a 25°C, ou seja, fora da zona de conforto térmico (DE RENSIS; GARCIA-ISPIERTO; LÓPEZ-GATIUS, 2015).

O estresse por calor é considerado o principal fator ambiental responsável por diversas perdas, que incluem baixos índices zootécnicos de produção pela redução da ingestão voluntária (KÖNYVES *et al.*, 2017), reprodução por comprometer a atividade lútea (DE RENSIS *et al.*, 2008) e bem-estar do rebanho leiteiro. As vacas Holandesas de alta produção são as mais vulneráveis ao estresse térmico devido a produção metabólica de calor a partir do metabolismo de grandes quantidades de nutrientes (LIU *et al.*, 2018). O melhor desempenho reprodutivo depende das interações de fatores genéticos, nutricionais, fisiológicos e ambientais (HAMMOUD; EL-ZARKOUNY; OUDAH, 2010).

Neste contexto, o presente estudo objetivou avaliar a interação dos fatores ambientais no parto e na primeira IA, saúde de útero e úbere, eficiência produtiva e reprodutiva de vacas Holandesas em *free stall*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estresse térmico e termoneutralidade

O estresse é definido como um evento ou condição externa que produz tensão no sistema biológico. Quando o estresse é devido ao ambiente, a tensão é medida como mudança nos mecanismos de temperatura corporal, taxa metabólica, produtividade, conservação ou dissipação de calor. O estresse térmico é desencadeado quando as condições ambientais excedem a temperatura crítica superior ou inferior dos animais domésticos, exigindo aumento no metabolismo basal para lidar com o estresse (COLLIER *et al.*, 2018).

No gado leiteiro as respostas fisiológicas ao estresse térmico envolvem *status* hormonal alterado, redução da ruminação, conseqüentemente, absorção dos nutrientes, função imunológica subótima e aumento da necessidade de manutenção. Isto resulta na diminuição líquida de nutrientes, ou seja, baixa disponibilidade de energia para crescimento, lactação e reprodução (BAUMGARD; RHOADS, 2013).

O calor metabólico juntamente com a temperatura ambiente elevada pode aumentar a temperatura corporal. Isto faz com que o calor seja dissipado principalmente por mecanismos passivos (perda de calor sensível), como a radiação e convecção (CAULFIELD *et al.*, 2014). À medida que a temperatura ambiente se aproxima da temperatura corporal, a taxa de dissipação de calor através da perda de calor sensível diminui. Conforme o estresse térmico é intensificado, há o recrutamento de processos evaporativos, principalmente a sudorese e aumento da frequência respiratória (PATEL *et al.*, 2016).

Em condições de exposição contínua ao estresse térmico intenso ocorre influência nos mecanismos de termorregulação, e leva ao aumento acentuado da taxa respiratória, seguido pelo aumento da temperatura retal. Outras respostas incluem redução do consumo de matéria seca (CMS) em tentativa de minimizar a carga de calor total e sugerir a indução de mudanças metabólicas, redistribuição do fluxo sanguíneo e declínio da frequência cardíaca (DE ANDRADE FERRAZZA *et al.*, 2017).

A zona termoneutra dos bovinos leiteiros pode variar de 16°C a 25°C, nesta faixa os animais mantêm a temperatura corporal fisiológica de 38,4 a 39,1°C. No entanto,

temperatura do ar acima de 25 a 37°C em clima tropical, aumenta o ganho de calor além daquele calor dissipado o que induz ao estresse térmico (DAS *et al.*, 2016).

2.1.1 Avaliação do estresse térmico

2.1.1.1 Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

O índice de temperatura e umidade (ITU) tem como finalidade revelar se em determinadas condições ambientais o animal está exposto ao estresse por calor. Este índice sem unidade é calculado considerando os efeitos da temperatura ambiente com a umidade relativa (POLSKY; VON KEYSERLINK, 2017). Este índice é constantemente usado para avaliar o estresse térmico na produção leiteira (BERTOCCHI *et al.*, 2014; AMMER *et al.*, 2017).

O modelo definido por Thom (1959) e utilizado por Marques *et al.* (2013) possui a fórmula $ITU = 0,8 \times T + [(UR (\%) \div 100) \times (T - 14,4)] + 46,4$, na qual T é a temperatura em graus Celsius e UR é a umidade relativa do ar.

A divisão através de categorias que indicam o nível de estresse térmico varia entre os pesquisadores. Para Armstrong (1994), o ITU menor que 71 indica conforto térmico (considerando que não caia abaixo das condições termoneutras das vacas leiteiras, que induz o estresse pelo frio), 72 a 79 aponta estresse moderado, 80 a 90 indica estresse severo por calor. Enquanto, De Rensis, Garcia-Ispierto e López-Gatius (2015) determinaram que o ITU menor que 68 não causa problemas para as vacas. Índícios de estresse por calor são observados com ITU de 68 a 74, e maior ou igual a 75 leva a redução drástica no desempenho de produção.

Os estudos comportamentais em vacas leiteiras, sem levar em conta a variabilidade das condições microclimáticas medidas no celeiro, podem levar à imprecisão e deturpação dos resultados. Os padrões de ITU que definem as condições para o conforto térmico das vacas estão longe de serem perfeitos, pois levam em conta apenas os fatores que afetam o microclima do ar. No entanto, como as vacas ficam entre 9 a 16 horas deitadas, e mais de 20% da superfície do corpo está em contato com a cama, seria positivo desenvolver e analisar o ITU da cama apropriado para uma vaca deitada (HERBUT; ANGRECKA, 2017).

As condições ambientais medidas dentro das instalações leiteiras no verão apresentam amplo grau de variabilidade quando comparadas com as medições feitas na

estação meteorológica mais próxima na região de Ontário, Canadá. O tipo de celeiro foi um preditor significativo, e o alojamento *Free stall* teve ITU 2,3 unidades mais baixo no ITU médio do que o *Tie stall*. Isto reforça que as leituras ambientais devem ser feitas dentro do galpão para garantir a precisão ao medir os níveis de exposição ambiental de estresse térmico (SHOCK *et al.*, 2015).

O ITU igual a 67 medido no interior do galpão influenciou nas mudanças de diferentes características de atividade das vacas leiteiras em zona climática moderada. Entre as atividades afetadas pelo estresse por calor destacam-se o tempo total de descanso, o número de vezes de descanso e a duração do tempo de repouso. O comportamento de locomoção também é afetado, aumentando-se o tempo total de permanência em pé, o número de vezes em pé, a duração e o número de passos. O aumento da duração da carga diária de calor intensificou o efeito da média diária de ITU até o ponto em que as vacas não puderam se adaptar mais as mudanças de atividade (HEINICKE *et al.*, 2018).

2.1.1.2 Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU)

O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) foi desenvolvido por Buffington *et al.*, (1981), para avaliar o índice de conforto térmico para as vacas leiteiras expostas a ambientes com radiação solar direta e indireta.

É considerado mais preciso indicador de conforto e produção animal do que o ITU sob condições ambientais de estresse térmico quando os animais são expostos à radiação solar incidente (ZANETONI *et al.*, 2019). Este índice inclui os efeitos de umidade, escoamento do ar, temperatura do bulbo seco e da radiação (NASCIMENTO *et al.*, 2013).

É calculado através da fórmula $ITGU = TGN + 0,36 TPO - 330,08$, na qual TGN é a temperatura de globo negro em Kelvin e TPO é a temperatura do ponto de orvalho em Kelvin (BUFFINGTON *et al.*, 1981).

Segundo Baêta e Souza (1997) valores de ITGU até 74 indicam condição de conforto térmico, de 75 a 78 indica situação de alerta, de 79 a 84 caracterizam situação de perigo e acima deste é definido como situação de emergência com alto índice de estresse térmico.

2.2 Fatores que podem influenciar a eficiência reprodutiva

O melhoramento genético proporcionou o aumento na produtividade do leite e acabou afetando negativamente a eficiência reprodutiva das vacas de alta produção. No entanto, na literatura não existem informações suficientes sobre a associação entre a capacidade reprodutiva das vacas e a duração dos períodos fisiológicos como, período entre lactações, duração da lactação e período voluntário de espera (PVE). A otimização da duração desses períodos que garante nível metabólico normal, contribui para o aumento da produção de leite, melhorando a capacidade reprodutiva das vacas e ampliando a longevidade produtiva das vacas de alta produção (BAIMISHEV *et al.*, 2017).

Baimishev *et al.* (2018) estudaram a duração dos períodos fisiológicos de vacas de alta produção em condições de produção intensiva. Revelaram que o período de serviço de 120 dias, juntamente com intervalo entre lactações de 80,5 dias e a lactação de 310 dias, em vacas com nível de produção de leite acima de 7.000 kg, contribuiu para o aumento da capacidade reprodutiva das vacas. Conseqüentemente, reduziu a duração do trabalho de parto, reestabelecimento da função reprodutiva após o parto, taxa de fertilização e aumento da viabilidade de bezerros e a taxa de crescimento (peso vivo aos 18 meses de idade).

Entretanto, em granjas leiteiras que usam programas de manejo reprodutivo mais agressivo que resulta em alta taxa de prenhez por inseminação artificial (IA) para o primeiro serviço, as vacas primíparas podem se beneficiar com o aumento da duração do PVE de 88 dias com uma taxa de prenhez de 55,3%. Por outro lado, um PVE na faixa de 60 dias pode ser preferido para vacas múltíparas que alcançaram taxa de prenhez de 46,0% (STANGAFERRO *et al.*, 2018).

Ademais, as doenças no periparto e pós-parto são decorrentes de respostas imunes inflamatórias, as condições fisiológicas com sistema imune comprometido, exposição a bactérias patogênicas, deficiência de minerais e vitaminas juntamente com a insuficiência no suprimento de energia predispoem as vacas leiteiras a algumas doenças como a hipocalcemia, endometrite, cetose, deslocamento de abomaso e retenção de placenta (ESPOSITO *et al.*, 2014). Essas doenças estão associadas aos baixos índices reprodutivos, redução da produção de leite e aumento das taxas de descarte (BICALHO *et al.*, 2016).

2.2.1 Estação do ano e estresse térmico

O indicador chave no desempenho reprodutivo é a detecção do estro e este afeta diretamente a taxa de prenhez, conseqüentemente, tem impacto sobre a rentabilidade dos rebanhos leiteiros (CABRERA, 2014). A variabilidade na detecção do estro entre as estações do ano é mínima, porém, valores aumentados foram observados durante o outono. Além disso, a redução da mortalidade de vacas aos 60 dias em lactação (DEL) e maior PVE para vacas primíparas foi positivamente associado com a melhor detecção de estro, aumentando a chance de prenhez (SCANAVEZ *et al.*, 2019).

Segundo Vercouteren *et al.* (2015) a ocorrência de metrite tem efeito prejudicial na ciclicidade aos 21 ± 3 dias pós-parto, mas a menor incidência de problemas metabólicos e perda de peso corporal teria um efeito positivo na ciclicidade precoce. Outro fator importante foi que a maioria das vacas (78%) pariram no verão ou outono, e essas tiveram uma ciclicidade muito maior em 21 ± 3 DEL do que vacas que pariram no inverno e primavera (45,7 versus 27,7%).

A redução da fertilidade é causada pela temperatura corporal elevada, que influencia a função ovariana, expressão do estro, saúde do oócito e desenvolvimento embrionário. Os valores de ITU, temperatura retal e taxa de respiração mais elevados no verão do que no inverno são indicativos de estresse por calor. No inverno, as mudanças nas temperaturas retais e taxas respiratórias foram menos aparentes, mas, flutuaram na temporada de verão, especialmente a taxa respiratória, considerada um dos mais importantes meios para o alívio do estresse calórico por vacas leiteiras (SHABAAN *et al.*, 2016).

O agravante dos baixos índices reprodutivos no sistema intensivo, causados por estresse térmico juntamente com os problemas clínicos citados, pode causar drástica redução na produção de leite. Em condições climáticas no Brasil central, com ITU de $71,0 \pm 0,04$ e temperatura ambiente média de $23,8^\circ\text{C}$ as vacas mestiças leiteiras expostas ao estresse por calor durante o verão apresentaram alterações no estado metabólico do fluido sérico e folicular. Essas alterações podem comprometer o ambiente em que o oócito se desenvolve, reduzindo a fertilidade das vacas leiteiras lactantes (ALVES *et al.*, 2013).

O principal mecanismo possível relatado pela literatura, pelo qual o estresse térmico pode impedir o crescimento de oócitos é a redução na síntese pré-ovulatória do hormônio luteinizante e do estradiol. Como consequência, há baixa maturação de folículos, o que leva à inatividade dos ovários. O estresse por calor também atrasa a seleção do folículo e reduz o grau de dominância do folículo dominante. Além disso, reduz a concentração de progesterona no sangue, que causa a maturação anormal do

ovócito, falha na implantação e morte embrionária precoce em vacas leiteiras (KHODAEI-MOTLAGH *et al.*, 2011; DASH *et al.*, 2016).

Segundo El-Wishy (2013) o mês de inseminação influencia significativamente a taxa de prenhez em vacas holandesas. Um declínio considerável na taxa de prenhez foi observado de 34,1% para 15,7%, à medida que a temperatura máxima do ambiente aumentou de 33,3°C para 36,3°C e a média do ITU aumentou de 69 em maio para 74 em julho durante o verão em clima subtropical do Egito. Apesar do ligeiro aumento nas taxas de concepção após julho, ela permaneceu baixa durante o outono, reflexo dos efeitos de transferência da carga de calor no verão.

O estresse por calor, menor escore de condição corporal (ECC) e a pré-existência de distúrbios pós-parto são importantes fatores de risco que limitam a taxa de concepção no primeiro serviço em rebanhos leiteiros, e a falha no primeiro serviço está associada com perda econômica. Dessa forma, estratégias nutricionais, ambientais e de manejo para manter ECC menor ou igual a 3,0, prevenir o estresse térmico durante o período de inseminação e reduzir a incidência de distúrbios peri e pós-parto devem ser adotadas para melhorar a taxa de concepção na primeira IA em rebanhos leiteiros de alta produção em sistema de produção intensivo (KIM; JEONG, 2019).

2.2.2 Patologias

Mastite clínica

Dentre as doenças que afetam o desempenho reprodutivo destaca-se a mastite clínica. É uma inflamação da glândula mamária bastante frequente em vacas leiteiras e que causa expressiva perda econômica. As perdas são decorrentes do leite descartado das vacas afetadas, terapias antibióticas, substituição de vacas descartadas e custos extras de mão de obra pelo tempo gasto no tratamento e cuidado com vacas suscetíveis. A ocorrência de mastite clínica antes do primeiro serviço aumentou o número de dias para o primeiro serviço ($73,4 \pm 1,13$) em relação as vacas não afetadas ($66,9 \pm 0,43$). Independentemente do nível de produção de leite, a mastite afetou os parâmetros reprodutivos (ELMAGHRABY *et al.*, 2017).

Vacas com mastite clínica estão associadas ao maior intervalo entre o parto e a primeira IA ($98,6 \pm 2,41$ dias) do que o de vacas saudáveis ($92,5 \pm 1,79$ dias). No entanto,

a presença de mastite não teve efeito significativo nos dias em aberto e no número de IA por concepção (BOUJENANE; EL AIMANI; BY, 2015).

A ocorrência de mastite clínica antes do momento da inseminação está associada a redução na taxa de prenhez por IA, aumento no número de inseminações necessárias para estabelecer uma prenhez e intervalo mais longo entre partos, em comparação com vacas não infectadas antes do parto (MELLADO *et al.*, 2018).

A duração média da mastite clínica após o tratamento no período inicial da lactação foi menor ($3,57 \pm 2,45$ dias) do que no período mais tardio da lactação ($4,95 \pm 2,99$ dias) nas vacas primíparas. No entanto, não houve diferença na duração da mastite clínica após o tratamento entre os períodos de lactação para vacas multíparas. O diagnóstico e tratamento durante o inverno e primavera devem ser direcionados no período inicial da lactação e no verão durante o período tardio de lactação. Entretanto, em outras situações, como outras estações do ano, ordem de parto e período da lactação, também é importante considerar o diagnóstico e o tratamento da mastite (MOOSAVI *et al.*, 2014).

De acordo com Nava-Trujillo, Soto-Belloso e Hoet (2010) o impacto negativo da mastite clínica foi maior em vacas primíparas do que nas multíparas, ressaltando a importância de evitar esta inflamação no período periparto de novilhas.

A prevalência de casos de CCS maiores que 200.000 células/mL foi observado no mês de agosto, quando é verão na Suécia. A maior proporção de casos de CCS elevada ocorreu durante o primeiro mês após o parto para as vacas primíparas, especificamente no final do verão (FRÖSSLING; OHLSON; HALLÉN-SANDGREN, 2016). Alta CCS nos primeiros 30 DEL associou-se negativamente com a probabilidade de concepção até os 100 DEL. Enquanto, que a elevada CCS do 31 a 60 DEL associou-se com uma probabilidade reduzida de concepção até os 150 DEL (COOK; GREEN, 2015).

Retenção de placenta

A retenção de placenta é um fator de risco para infecções uterinas agudas e crônicas no período pós-parto. Esta enfermidade prejudica a contratilidade miometrial, o que impede a expulsão do conteúdo uterino e inibe os mecanismos de defesa do útero, contribuindo para o estabelecimento de infecções. Isto leva ao aumento do tempo necessário para a involução uterina e para a retomada da atividade ovariana, em média de $36 \pm 5,5$ e $25,7 \pm 6,3$ dias pós-parto para as vacas com e sem retenção de placenta (MARTINS *et al.*, 2016).

A incidência de retenção de placenta em vacas leiteiras aumenta de acordo com a ordem de partos (SHARMA *et al.*, 2017). Bonneville-Hébert *et al.* (2011), encontraram as seguintes frequências 3,1%, 4,1%, 4,8% e 5,9% para primeiro, segundo, terceiro e quarto parto, respectivamente ($P < 0,05$).

Além disso, em estudo conduzido na Índia ao longo de 12 anos por Kumari *et al.* (2015) mostrou incidência de retenção de placenta em bovinos mestiços de 26% e os fatores de risco significativos para retenção de placenta avaliados por *Odds Ratio* foram aborto (3,9), bezerro morto (4,1), distocia (4,3), pluriparidade (1,5) e menor duração da gestação (4,3).

Similarmente, segundo estudo de Gaafar *et al.* (2010), a porcentagem de retenção de placenta foi significativamente maior ($P < 0,05$) em partos múltiplos em comparação ao parto simples (37,90 versus 24,20%, respectivamente). A placenta retida resultou em aumento ($P < 0,05$) no período do parto ao primeiro estro (25,90 versus 20,50 dias) e no primeiro serviço (56,90 versus 47,20 dias), período de serviço (57,70 versus 46,10 dias), dias abertos (106,90 versus 92,70 dias), número de serviços por concepção (3,50 versus 2,60) e intervalo entre partos (395,20 versus 372,90 dias), além de reduzir a taxa de concepção (66,70 versus 74,10%).

Sharma *et al.* (2017) observaram que vacas leiteiras indianas primíparas apresentam maior ocorrência de retenção de placenta na primavera e verão (29,20% e 27,72%, respectivamente) do que no outono (20,94%). O mesmo foi verificado por Gaafar *et al.* (2010) na primavera e verão (28,0% e 27,7%), respectivamente ($P < 0,05$).

Os casos não complicados de retenção de placenta e metrite não influenciaram no risco de descarte nos 120 DEL. No entanto, a estação do ano (verão) teve efeito prejudicial significativo na sobrevivência neste mesmo período em comparação com as outras estações do ano e a categoria mais afetada foi das vacas primíparas (PROBO *et al.*, 2018).

As vacas com distocia apresentaram 1,80 mais chance de aparecimento de retenção de placenta comparadas com aquelas que teve parto normal. Verificou-se que o gênero do feto também influenciou na ocorrência de retenção de placenta, tendo a chance de 1,74 a mais quando o feto era macho. No entanto, a estação do ano não influenciou nos casos de retenção de placenta (GONÇALVES *et al.*, 2019).

Distúrbios metabólicos causam estresse da vaca no periparto que podem resultar em falha na separação das membranas fetais e, conseqüentemente, sua retenção durante o parto. As causas nutricionais e metabólicas da retenção de placenta são muito difíceis de eliminar nas fazendas leiteiras modernas. Assim, a otimização das condições

nutricionais e ambientais, bem como outros métodos para melhorar o sistema imunológico durante o parto devem ser considerados (ESPOSITO *et al.*, 2014).

2.2.3 Ordem de parto

Um dos fatores que influenciam a eficiência reprodutiva é a idade ao primeiro parto (IPP) e está associado à longevidade, conseqüentemente, tem efeito direto na produtividade e no retorno econômico. A menor IPP associa-se ao melhor desempenho reprodutivo, maior capacidade de parir pela segunda vez e redução na CCS na primeira lactação. Entretanto, a produção de leite na primeira lactação foi menor nas novilhas mais jovens, que pariram com 21 meses do que as novilhas que pariram com idade superior devido ao direcionamento de energia para o crescimento durante a primeira lactação (EASTHAM *et al.*, 2018).

O tempo de descanso é aquele em que a vaca permanece em repouso, ou seja, deitada e está ligado ao bem-estar animal (MORABITO *et al.*, 2017). O tempo de descanso diário durante os primeiros 14 dias de lactação de vacas primíparas não teve efeito significativo na taxa de prenhez até 300 DEL. No entanto, vacas múltíparas com um tempo de descanso de 9 a 13 horas/dia tiveram aumento significativo na probabilidade de taxa de gestação em comparação com as vacas com mais de 13 horas de descanso diário. Independentemente da ordem de parto as vacas que apresentavam sinais de cetose e aquelas que apresentavam alguma doença infecciosa tiveram maiores chances de abate dentro de 60 DEL e menor probabilidade de prenhez até os 300 DEL em comparação com as vacas sem doença, o que evidencia que o tempo de descanso diário está associado com a ciclicidade de vacas de alta produção (PIÑEIRO *et al.*, 2019).

O aumento da ordem de parto também foi associado a redução da probabilidade de prenhez aos 150 DEL (COOK; GREEN, 2015).

Comparadas às primíparas, as vacas de segunda, terceira e quarto parto tiveram chances significativamente maiores de serem vacas Holandesas repetidoras de cio (18%, 24% e 42%, respectivamente). As chances de reprodução repetida de segundo, terceiro ou quarto parto foram de 24%, 39% e 67%, respectivamente (BONNEVILLE-HÉBERT *et al.*, 2011).

2.3 Fatores que podem influenciar a produção de leite

2.3.1 Estação do ano e estresse térmico

Os padrões comportamentais de vacas saudáveis em granjas leiteiras comerciais são afetados pela estação de parto, número de lactação e estágio de lactação. O tempo de descanso diário de uma vaca é maior no inverno do que no verão. A atividade das vacas em lactação também é maior no verão do que no inverno. (BRZOZOWSKA *et al.*, 2014). Além disso, o tempo restrito de descanso tem maior risco de comportamento agressivo, ocasionar lesões nos cascos e comprometer a produtividade (MORABITO *et al.*, 2017).

O pico de lactação mais alto e a persistência da lactação foram observados nas vacas que pariram no outono e inverno, seguidas pelas que pariram na primavera e no verão. Enquanto, que aquelas que pariram no verão apresentaram pico de lactação mais baixo, e indica que as vacas leiteiras produzem de forma diferente de acordo com a época do parto (KHALIFA; HAMROUNI; DJEMALI, 2018).

A estação do ano em que ocorre o parto influencia diretamente a produção de leite e o tempo de descanso, em proporções opostas entre verão e o inverno. Este tempo de repouso aumenta com a idade e uma das causas para o aumento do tempo de descanso com a idade pode ser o aumento do peso corporal, aumento da produção de leite ou ambos. Além disso, o peso corporal médio no verão após o parto é menor comparado com as outras estações do ano. No inverno as vacas passam mais tempo deitada do que no verão. O menor tempo de descanso e maior número de passos por hora no verão em relação ao inverno, certamente estão relacionados à termorregulação comportamental para circulação de ar ao redor do corpo para resfriamento (STEENSELS *et al.*, 2012).

De acordo com Souza *et al.* (2010), lactações iniciadas na primavera apresentaram a menor produção de leite (Kg/vaca/dia) por causa do estresse calórico que os animais sofreram no pico de lactação, de modo a comprometer a produção de leite dessa lactação. Já CCS e teores de gordura e proteína não variaram em função da época de parição. Assim, é importante o uso de estratégias para minimizar o estresse calórico, principalmente no pico de lactação.

O estresse térmico influenciou negativamente a qualidade do leite de vacas leiteiras em condições subtropicais. A CCS juntamente com outros indicadores de qualidade do leite, aumentaram significativamente quando as vacas foram expostas a ITU

superior a 72 (ZEINHOM *et al.*, 2016). Elevados valores de ITU estão ligados com a redução do bem-estar animal, de produção de leite e do retorno econômico. A CCS aumentou 231,11% do segundo para sétimo parto, indicando a necessidade de avaliação após o quinto parto para determinar se a vaca será mantida ou descartada (NASR; EL-TARABANY, 2017).

Em clima mediterrâneo quando o ITU aumentou de um valor médio de 53,7 no inverno para 75,4 no verão, as vacas Holandesas diminuíram a produção de leite em 0,93 Kg/dia. Enquanto, a CCS do leite aumentou para valores acima de 352.000 células/mL. Evidenciar os vários fatores que podem gerar ou aumentar o efeito do estresse térmico e entender as respostas dos animais às condições climáticas quentes é essencial para evitar perdas econômicas devido ao estresse térmico (BELLAGI *et al.*, 2017).

A combinação entre as medidas ambientais e dos animais são necessárias para determinar quais medidas são melhores para prever o desempenho animal sob condições de estresse térmico. Em condições de estresse térmico no verão (ITU= 77), a taxa respiratória (61 respirações/minuto) e temperatura corporal (37,7°C) foram 2,3 e 1,3 vezes maiores, enquanto a produção de leite por ordenha foi 24% menor em comparação com as condições termoneutras (ITU= 54). É importante destacar que houve a redução nas características de produção em níveis elevados de ITU. Em contrapartida, as características fisiológicas aumentaram com ITU. Foi constatado que entre as características fisiológicas e produtivas, a taxa respiratória foi o indicador mais confiável para termotolerância, informação importante para mitigar o impacto do estresse térmico na produção de vacas leiteiras (AMAMOU *et al.*, 2019).

2.3.2 Patologias

Mastite clínica

Vários fatores como estação do ano, ordem de parto, curva de lactação apresentaram associação com infecção bacteriana intramamária. Vacas com elevada produção diária de leite ou menor CCS nos quartos traseiros eram mais propensas a serem infectadas por patógenos ambientais *Escherichia coli* e *Streptococcus uberis* no verão. Enquanto, o *Streptococcus dysgalactiae* apresentou maior prevalência com a ordem de parto avançada. Não obstante, a taxa de isolamento dos patógenos causadores de mastite

foi maior ($P < 0,01$) no estágio inicial de lactação (60,18%) do que no estágio final de lactação (50,95%) (ZHANG *et al.*, 2016).

O verão é a estação do ano com maior risco de ocorrência de mastite clínica pela a exposição das vacas aos valores do ITU superiores a 79. Em condições severas de estresse por calor o estado de saúde das vacas primíparas é afetado (VITALI *et al.*, 2016).

A comparação entre vacas com e sem mastite mostrou que a produção de leite e gordura do leite pode ser influenciada pela mastite clínica. As vacas sem nenhum caso de mastite dentro de 305 dias de lactação tiveram produção de 8274,9±79,6 kg de leite comparadas com as vacas com mastite (7725,3±106,7 kg). A redução da produção de leite pode ser explicada pela capacidade de diversas bactérias invadirem a glândula mamária, proliferarem e produzirem toxinas que resultam na resposta inflamatória resultando no declínio da produção. Ademais, o rendimento de gordura de vacas sem mastite foi maior (348,3±3,65 kg) que de vacas com mastite (327,9±4,89 kg). No entanto, a redução do rendimento de gordura é um efeito da redução da produção de leite e não pela alteração no teor da gordura do leite (BOUJENANE; EL AIMANI; BY, 2015).

A ocorrência de mastite clínica durante o primeiro mês de lactação foi maior (20,8%) e aos 16 meses de lactação foi menor (0,62%). Entre as vacas que foram afetadas pela mastite, 54,4% sofreram apenas um episódio, enquanto 45,6% sofreram vários episódios. Todavia, a incidência aumentou significativamente com ordem de lactação e diminuiu com o avanço do estágio de lactação (ELMAGHRABY *et al.*, 2017).

Retenção de placenta

De acordo com Ruprecht *et al.* (2018), o estado de saúde interage com a ordem de parto sobre o ECC e nos perfis metabólicos das vacas. Resultando em uma das tarefas mais difíceis nos rebanhos leiteiros que é manter a saúde e a produtividade. Maior incidência de vacas doentes foi diagnosticada quando o parto ocorreu no outono (55,3%) em comparação com as que pariram na primavera (30,6%). A maior frequência de casos foi para metrite (26,6%) seguida pela retenção de placenta (17,2%) e mastite (15,2%).

A prevalência de retenção de placenta de vacas leiteiras do distrito de Rajshahi (Bangladesh) foi de 13,4%. Os fatores de influência, incluindo raça, idade, ordem de parto, ECC tiveram efeito significativo na retenção de placenta. As maiores prevalências foram de 10,7%, 4,5%, 5,6% e 7,1% observadas em grupo de raças cruzadas, maiores que três anos de idade, primíparas e ECC, respectivamente (ISLAM *et al.*, 2012).

O rendimento leiteiro médio diário foi significativamente menor em vacas acometidas por retenção de placenta (13 versus 14 kg) em comparação com vacas que pariram normalmente (GAAFAR *et al.*, 2010). Redução ($P < 0,05$) na produção de leite total (4125 ± 61 versus 3844 ± 110) e corrigida aos 305 dias (3640 ± 44 versus 3369 ± 77) também foi observada em vacas mestiças com retenção de placenta (KUMARI *et al.*, 2015).

Conforme Nobre *et al.* (2018), a retenção de placenta apresentou significativo impacto econômico na produção de leite considerando os custos diretos (tratamento, mão de obra, redução da produção de leite e descarte de leite durante o período de tratamento) e indiretos (aumento no período de serviço, doses de sêmen e risco de descarte). Em vacas multíparas, o custo total por ocorrência de retenção de placenta nos meses de seca e chuva foi de US\$ 70,6 e US\$ 87,9, respectivamente. Já em vacas primíparas foi de US\$ 51,8, não sendo influenciada pela época.

2.3.3 Ordem de parto

A produção de leite e a duração da lactação foram influenciadas pela ordem de parto de vacas Holandesas em sistema agroecológico ($P < 0,001$). No entanto, a produção de leite ($3078,51 \pm 54,74$ kg) durante a lactação de vacas Holandesas neste estudo foi menor do que o desempenho relatado em muitas regiões tropicais. Isto pode ser pelo nível de manejo adotado pelas fazendas em estudo, a diferença entre a estação de parto e a ordem de parto das vacas. Vacas de terceiro parto apresentaram maior produção leiteira, enquanto as primíparas apresentaram o menor valor e aumentou significativamente entre o segundo e o quarto parto e depois revelou tendência decrescente ao quinto parto (WORKU; ALEMAYEHU; MELEKOTE, 2016).

A ordem de parto teve efeito significativo sobre a produção de leite e CCS, sem efeito sobre os teores de gordura e proteína. (SOUZA *et al.*, 2010). A CCS aumentou com a elevação do número de lactações pelo contato com agentes patogênicos à medida que os animais têm idade mais avançada. Vacas de 3ª e 4ª lactação foram mais produtivas devido ao completo desenvolvimento da glândula mamária e crescimento corporal. Maiores cuidados devem ser tomados com vacas a partir da 4ª lactação, pois apresentam maior CCS e o estresse calórico pode favorecer a ocorrência de mastite.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, B. G.; ALVES, K. A.; MARTINS, M. C.; BRAGA, L. S.; SILVA, T. H.; ALVES, B. G.; SANTOS, R. M.; SILVA, T. V.; VIU, M. A. O.; BELETI, M. E.; JACOMINI, J. O.; GAMBARINI, M. L. Metabolic profile of serum and follicular fluid from postpartum dairy cows during summer and winter. **Reproduction, Fertility and Development**, Clayton South, v. 26, n. 6, p. 866-874, 2013.
- AMAMOU, H.; BECKERS, Y.; MAHOUCHE, M.; HAMMAMI, H. Thermotolerance indicators related to production and physiological responses to heat stress of holstein cows. **Journal of Thermal Biology**, v. 82, p. 90-98, 2019.
- AMMER, S.; LAMBERTZ, C.; VON SOOSTEN, D.; ZIMMER, K.; MEYER, U.; DÄNICKE, S.; GAULY, M. Impact of diet composition and temperature–humidity index on water and dry matter intake of high-yielding dairy cows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 102, n. 1, p. 103-113, 2017.
- ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 7, p. 2044-2050, 1994.
- BAUMGARD, L. H.; RHOADS JR, R. P. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. **Annual Review of Animal Biosciences**, Palo Alto, v. 1, n. 1, p. 311-337, 2013.
- BAËTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**, Viçosa: UFV, 1997. p. 246.
- BAIMISHEV, M. H.; EREMIN, S. P.; BAIMISHEV, H. B.; SAFIULLIN, H. A. Connection of reproductive indices of high-productive cows with duration of their deadwood period. **Biomedical & Pharmacology Journal**, Bhopal, v. 10, n. 4, p. 2145-2151, 2017.
- BAIMISHEV, K. B.; BAIMISHEV, M. H.; GRIGORYEV, V. S.; KOKHANOV, A. P.; USKOVA, I. V.; KHAKIMOV, I. N. Increase in reproductive ability of high-producing cows, and qualitative parameters of their offspring, under conditions of intensive milk production. **Asian Pacific Journal of Reproduction**, Haikou, v. 7, n. 4, p. 167-171, 2018.
- BELLAGI, R.; MARTIN, B.; CHASSAING, C.; NAJAR, T.; POMIÈS, D. Evaluation of heat stress on Tarentaise and Holstein cow performance in the Mediterranean climate. **International Journal of Biometeorology**, v. 61, n. 8, p. 1371-1379, 2017.
- BERTOCCHI, L.; VITALI, A.; LACETERA, N.; NARDONE, A.; VARISCO, G.; BERNABUCCI, U. Seasonal variations in the composition of Holstein cow's milk and temperature–humidity index relationship. **Animal**, Cambridge, v. 8, n. 4, p. 667-674, 2014.
- BICALHO, M. L.; MARQUES, E. C.; GILBERT, R. O.; BICALHO, R. C. The association of plasma glucose, BHBA, and NEFA with postpartum uterine diseases, fertility, and milk production of Holstein dairy cows. **Theriogenology**, v. 88, p. 270-282, 2016.
- BONNEVILLE-HÉBERT, A.; BOUCHARD, E.; TREMBLAY, D. D.; LEFEBVRE, R. Effect of reproductive disorders and parity on repeat breeder status and culling of dairy cows in Quebec. **Canadian Journal of Veterinary Research**, Ottawa, v. 75, n. 2, p. 147-151, 2011.

- BOUJENANE, I. Reasons and risk factors for culling Holstein dairy cows in Morocco. **Journal of Livestock Science and Technologies**, v. 5, n. 1, p. 25-31, 2017.
- BOUJENANE, I.; EL AIMANI, J.; BY, K. Effects of clinical mastitis on reproductive and milk performance of Holstein cows in Morocco. **Tropical animal health and production**, v. 47, n. 1, p. 207-211, 2015.
- BRZOZOWSKA, A.; ŁUKASZEWICZ, M.; SENDER, G.; KOLASIŃSKA, D.; OPRZADEK, J. Locomotor activity of dairy cows in relation to season and lactation. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 156, p. 6-11, 2014.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers**, St. Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-0714, 1981.
- CABRERA, V. E. Economics of fertility in high-yielding dairy cows on confined TMR systems. **Animal**, Cambridge, v. 8, n. s1, p. 211-221, 2014.
- CAULFIELD, M. P.; CAMBRIDGE, H.; FOSTER, S. F.; MCGREEVY, P. D. Heat stress: A major contributor to poor animal welfare associated with long-haul live export voyages. **The Veterinary Journal**, v. 199, n. 2, p. 223-228, 2014.
- CHAPINAL, N.; LIANG, Y.; WEARY, D. M.; WANG, Y.; VON KEYSERLINGK, M. A. Risk factors for lameness and hock injuries in Holstein herds in China. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, n. 7, p. 4309-4316, 2014.
- COLLIER, R. J.; BAUMGARD, L. H.; ZIMBELMAN, R. B.; XIAO, Y. Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. **Animal Frontiers**, v. 9, n. 1, p. 12-19, 2018.
- COOK, J. G.; GREEN, M. J. Use of early lactation milk recording data to predict the calving to conception interval in dairy herds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 99, n. 6, p. 4699-4706, 2015.
- DAS, R.; SAILO, L.; VERMA, N.; BHARTI, P.; SAIKIA, J.; IMTIWATI.; KUMAR, R. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review, **Veterinary World**, Gujarat, v. 9, n. 3, p. 260-268, 2016.
- DASH, S.; CHAKRAVARTY, A. K.; SINGH, A.; UPADHYAY, A.; SINGH, M.; YOUSUF, S. Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. **Veterinary World**, Gujarat, v. 9, n. 3, p. 235-244, 2016.
- DE ANDRADE FERRAZZA, R.; MOGOLLÓN GARCIA, H. D.; VALLEJO ARISTIZÁBAL, V. H.; DE SOUZA NOGUEIRA, C.; VERÍSSIMO, C. J.; SARTORI, J. R.; SARTORI, R.; FERREIRA, J. C. P. Thermoregulatory responses of Holstein cows exposed to experimentally induced heat stress. **Journal of Thermal Biology**, v. 66, p. 68-80, 2017.
- DE RENSIS, F.; LOPEZ-GATIUS, F.; CAPELLI, T.; MOLINA, E.; TECHAKUMPHU, M.; SCARAMUZZI, R. J. Effect of season on luteal activity during the post partum period of dairy cows in temperate areas. **Animal**, Cambridge, v. 2, n. 4, p. 554-559, 2008.
- DE RENSIS, F.; GARCIA-ISPIERTO, I.; LÓPEZ-GATIUS, F. Seasonal heat stress: Clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. **Theriogenology**, v. 84, n. 5, p. 659-666, 2015.
- EASTHAM, N. T.; COATES, A.; CRIPPS, P.; RICHARDSON, H.; SMITH, R.; OIKONOMOU, G. Associations between age at first calving and subsequent lactation performance in UK Holstein and Holstein-Friesian dairy cows. **PloS one**, San Francisco, v. 13, n.6, p. 1-13, 2018.

- EL-WISHY, A. B. Fertility of Holstein cattle in a subtropical climate of Egypt. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, Rasht, v. 3, n. 1, p. 45-51, 2013.
- ELMAGHRABY, M. M.; EL-NAHAS, A. F.; FATHALA, M. M.; SAHWAN, F. M.; EL-DIEN, M. A. T. Incidence of clinical mastitis and its influence on reproductive performance of dairy cows. **Alexandria Journal of Veterinary Sciences**, Behaira, v. 54, n. 2, p. 84-90, 2017.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA Gado De Leite. **ANUÁRIO leite 2018**. Juiz de Fora: Indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094149/anuario-leite-2018-indicadores-tendencias-e-oportunidades-para-quem-vive-no-setor-leiteiro>. Acesso em: março de 2019.
- ESPOSITO, G.; IRONS, P. C.; WEBB, E. C.; CHAPWANYA, A. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 144, n. 3-4, p. 60-71, 2014.
- FRÖSSLING, J.; OHLSON, A.; HALLÉN-SANDGREN, C. Incidence and duration of increased somatic cell count in Swedish dairy cows and associations with milking system type. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 9, p. 7368-7378, 2016.
- GAAFAR, H. M. A.; SHAMIAH, SH. M.; SHITTA, A. A.; GANAHA, H. A. B. Factors affecting retention of placenta and its influence on postpartum reproductive performance and milk production in Friesian cows. **Slovak Journal of Animal Science**, Lužianky, v. 43, n. 1, p. 6-12, 2010.
- GONÇALVES, R. S.; GUAGNINI, F. D.; STORCK, D. J.; BROSE, M. D.; DIAZ GONZALEZ, F. H.; DALTO, A. G. Fatores de risco associados à retenção de placenta em vacas holandesas. **Acta scientiae veterinariae**, Porto Alegre, v. 47, n. 1651, p. 1-6, 2019.
- HAMMOUD, M. H.; EL-ZARKOUNY, S. Z.; OUDAH, E. Z. M. Effect of sire, age at first calving, season and year of calving and parity on reproductive performance of Friesian cows under semiarid conditions in Egypt. **Archiva Zootechnica**, Ilfov, v. 13, n. 1, p. 60-82, 2010.
- HEINICKE, J.; HOFFMANN, G.; AMMON, C.; AMON, B.; AMON, T. Effects of the daily heat load duration exceeding determined heat load thresholds on activity traits of lactating dairy cows. **Journal of Thermal Biology**, v. 77, p. 67-74, 2018.
- HERBUT, P.; ANGRECKA, S. Relationship between THI level and dairy cows' behaviour during summer period. **Italian Journal of Animal Science**, v. 17, n. 1, p. 226-233, 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Rio de Janeiro: Pesquisa trimestral do leite: IBGE 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html?et=downloads>. Acesso em: março de 2019.
- ISLAM, M. H.; SARDER, M. J.; RAHMAN, M.; KADER, M. A.; ISLAM, M. A. Incidence of retained placenta in relation with breed, age, parity and body condition score of dairy cows. **International Journal of Natural Sciences**, v. 2, n. 1, p. 15-20, 2012.
- KHALIFA, M.; HAMROUNI, A.; DJEMALI, M. The estimation of lactation curve parameters according to season of calving in holstein cows under north africa environmental conditions: the case of Tunisia. **Journal of New Sciences**, v. 50, p. 3048-3053, 2018.

KHODAEI-MOTLAGH, M.; SHAHNEH, A. Z.; MASOUMI, R.; DERENSIS, F. Alterations in reproductive hormones during heat stress in dairy cattle. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 29, p. 5552-5558, 2011.

KIM, I. H.; JEONG, J. K. Risk factors limiting first service conception rate in dairy cows and their economic impact. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, Seoul, v. 32, n. 4, p. 519-526, 2019.

KÖNYVES, T.; ZLATKOVIC, N.; MEMISI, N.; LUKAC, D.; PUVACA, N.; STOJSIN, M.; HALÁSZ, A.; MISCEVIC, B. Relationship of temperature-humidity index with milk production and feed intake of holstein-frisian cows in different year seasons. **The Thai Journal of Veterinary Medicine**, Bangkok, v. 47, n. 1, p. 15-23, 2017.

KUMARI, S.; PRASAD, S.; KUMARESAN, A.; MANIMARAN, A.; PATBANDHA, T. K.; PATHAK, R.; BORO, P.; MOHANTY, T. K.; RAVI, S. K. Risk factors and impact of retained fetal membranes on performance of dairy bovines reared under subtropical conditions. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, n. 2, p. 285-290, 2015.

LIU, W. B.; PEH, H. C.; WANG, C. K.; MANGWE, M. C.; CHEN, C. F.; CHIANG, H. I. Effect of seasonal changes on fertility parameters of Holstein dairy cows in subtropical climate of Taiwan. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, Seoul, v. 31, n. 6, p. 820-826, 2018.

MARQUES, T. C.; LEÃO, K. M.; DE OLIVEIRA VIU, M. A.; SARTORI, R. The effects of progesterone treatment following artificial insemination on the reproductive performance of dairy cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, n. 2, p. 405-410, 2013.

MARTINS, T. M.; MUNIZ, C. S.; ANDRADE, V. B.; PAIXÃO, T. A.; SANTOS, R. L.; BORGES, Á. M. Changes in endometrial transcription of TLR2, TLR4, and CD14 during the first-week postpartum in dairy cows with retained placenta. **Theriogenology**, v. 85, n. 7, p. 1282-1288, 2016.

MELLADO, M.; GARCÍA, J.E.; VÉLIZ DERAS, F.G.; DE SANTIAGO, M.D.L.Á.; MELLADO, J.; GAYTÁN, L.R.; ÁNGEL-GARCÍA, O. The effects of periparturient events, mastitis, lameness and ketosis on reproductive performance of Holstein cows in a hot environment. **Austral journal of veterinary sciences**, Valdivia, v. 50, n.1, p.1-8, 2018.

MOOSAVI, M.; MIRZAEI, A.; GHAVAMI, M.; TAMADON, A. Relationship between season, lactation number and incidence of clinical mastitis in different stages of lactation in a Holstein dairy farm. **Veterinary Research Forum In: International quarterly journal**, Urmia, v. 5, n. 1, p. 13-15, 2014.

MORABITO, E.; BARKEMA, H. W.; PAJOR, E. A.; SOLANO, L.; PELLERIN, D.; ORSEL, K. Effects of changing freestall area on lameness, lying time, and leg injuries on dairy farms in Alberta, Canada. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 8, p. 6516-6526, 2017.

NASCIMENTO, G. V. D.; CARDOSO, E. D. A.; BATISTA, N. L.; DE SOUZA, B. B.; CAMBUÍ, G. B. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. **ACSA-Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 28-36, 2013.

NASR, M. A.; EL-TARABANY, M. S. Impact of three THI levels on somatic cell count, milk yield and composition of multiparous Holstein cows in a subtropical region. **Journal of Thermal Biology**, v. 64, p. 73-77, 2017.

- NAVA-TRUJILLO, H.; SOTO-BELLOSO, E.; HOET, A. E. Effects of clinical mastitis from calving to first service on reproductive performance in dual-purpose cows. **Animal reproduction science**, v. 121, n. 1-2, p. 12-16, 2010.
- NOBRE, M. M.; AZEVEDO, R. A.; CAMPOS, E. F.; LAGE, C. F.; GLÓRIA, J. R.; SATURNINO, H. M.; COELHO, S. G. Impacto econômico da retenção de placenta em vacas leiteiras. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 3, p. 450-455, 2018.
- OLIVEIRA, C. S. F.; HOGVEEN, H.; BOTELHO, A. M.; MAIA, P. V.; COELHO, S. G.; HADDAD, J. P. A. Cow-specific risk factors for clinical mastitis in Brazilian dairy cattle. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 121, n. 3-4, p. 297-305, 2015.
- PATEL, M. D.; PATEL, J. H.; RAJPUT, M. B.; BARIYA, A. R. Adaptive physiological and biochemical responses of dairy animals to heat stress: a review. **International Journal of Applied and Natural Sciences**, Chennai, v. 5, n. 1, p. 107-116, 2016.
- PINEDO, P. J.; DE VRIES, A. Season of conception is associated with future survival, fertility, and milk yield of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 8, p. 6631-6639, 2017.
- PIÑEIRO, J. M.; MENICHETTI, B. T.; BARRAGAN, A. A.; RELING, A. E.; WEISS, W. P.; BAS, S.; SCHUENEMANN, G. M. Associations of postpartum lying time with culling, milk yield, cyclicity, and reproductive performance of lactating dairy cows. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 102, n. 4, p. 3362-3375, 2019.
- POLSKY, L.; VON KEYSERLINGK, M. A. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 100, n. 11, p. 8645-8657, 2017.
- PROBO, M.; PASCOTTINI, O. B.; LEBLANC, S.; OPSOMER, G.; HOSTENS, M. Association between metabolic diseases and the culling risk of high-yielding dairy cows in a transition management facility using survival and decision tree analysis. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 101, n. 10, p. 9419-29, 2018.
- RUPRECHTER, G.; DE LOURDES ADRIEN, M.; LARRIESTRA, A.; MEOTTI, O.; BATISTA, C.; MEIKLE, A.; NORO, M. Metabolic predictors of peri-partum diseases and their association with parity in dairy cows. **Research in Veterinary Science**, v. 118, p. 191-198, 2018.
- SCANAVEZ, A. L.; ARRUDA, A. G.; STEVENSON, J. S.; MENDONÇA, L. G. Evaluation of seasonal patterns and herd-level traits associated with insemination risk in large dairy herds in Kansas. **PloS one**, San Francisco, v. 14, n. 5, p. e0217080, 2019.
- SHABAAN, M. M.; RASHAD, A. M. A.; MAHDY, A. E.; EL-ZARKOUNY, S. Z.; HASSAN, G. A. Seasonal changes in productive and reproductive performance in holstein dairy cows synchronized for estrus with the ovsynch protocol under subtropical conditions. **Journal of King Abdulaziz University**, Jeddah, v. 26, n. 2, p. 41-50, 2016.
- SHARMA, M.; BHAT, Y.; SHARMA, N.; RAWAT, S. Effect of parity of animal and season of the year on the rate of retention of placenta in Dairy cattle. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 12, p. 3103-3108, 2017.
- SEPÚLVEDA-VARAS, P.; WEARY, D. M.; VON KEYSERLINGK, M. A. Lying behavior and postpartum health status in grazing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, n. 10, p. 6334-6343, 2014.

- SHOCK, D. A.; LEBLANC, S. J.; LESLIE, K. E.; HAND, K.; GODKIN, M. A.; COE, J. B.; KELTON, D. F. Studying the relationship between on-farm environmental conditions and local meteorological station data during the summer. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 99, n. 3, p. 2169-2179, 2015.
- SILVA, D. C.; QUEIROZ, P. J. B.; CAETANO, D. S.; ASSIS, B. M.; RABELO, R. E.; SILVA, L. A. F. Association between bovine digital dermatitis and annual periods of lower pluviometric precipitation in Central Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, V. 50, n. 7, p. 1631-1636, 2018.
- SOLANO, L.; BARKEMA, H. W.; MASON, S.; PAJOR, E. A.; LEBLANC, S. J.; ORSEL, K. Prevalence and distribution of foot lesions in dairy cattle in Alberta, Canada. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 99, n. 8, p. 6828-6841, 2016.
- SOUZA, R. D.; SANTOS, G. T. D.; VALLOTO, A. A.; SANTOS A. L. D.; GASPARINO, E.; SILVA, D. C. D.; SANTOS, W. B. D. Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. **Revista Brasileira de Saude e Producao Animal**, Salvador, v. 11, n. 2, p. 484-495, 2010.
- STANGAFERRO, M. L.; WIJMA, R.; MASELLO, M.; THOMAS, M. J.; GIORDANO, J. O. Economic performance of lactating dairy cows submitted for first service timed artificial insemination after a voluntary waiting period of 60 or 88 days. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 101, n. 8, p. 7500-7516, 2018.
- STEENSELS, M.; BAHR, C.; BERCKMANS, D.; HALACHMI, I.; ANTLER, A.; MALTZ, E. Lying patterns of high producing healthy dairy cows after calving in commercial herds as affected by age, environmental conditions and production. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 136, n. 2-4, p. 88-95, 2012.
- THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, Washington, v. 12, n. 2, p. 57-61, 1959.
- VERCOUTEREN, M. M. A. A.; BITTAR, J. H. J.; PINEDO, P. J.; RISCO, C. A.; SANTOS, J. E. P.; VIEIRA-NETO, A.; GALVÃO, K. N. Factors associated with early cyclicity in postpartum dairy cows. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 98, n. 1, p. 229-239, 2015.
- VITALI, A.; BERNABUCCI, U.; NARDONE, A.; LACETERA, N. Effect of season, month and temperature humidity index on the occurrence of clinical mastitis in dairy heifers. **Advances in Animal Biosciences**, Cambridge, v. 7, n. 3, p. 250-252, 2016.
- WORKU, D.; ALEMAYEHU, K.; MELEKOTE, M. H. Comparative milk production performance evaluation of holstein friesian cattle breeds in the two different agro ecological systems: the case in alage and ardaita atvet college dairy farm, oromia region, ethiopia. **Advances in Biological Research**, v. 10, n. 5, p. 295-303, 2016.
- ZANETONI, H. H. R.; TINÔCO, I. F. F.; BARBARI, M.; CONTI, L.; ROSSI, G.; BAÊTA, F. C.; VILELA, M. O.; TELES JR, C. G. S.; ANDRADE, R. R. Alternative form to obtain the black globe temperature from environmental variables. **Agronomy Research**, Tartu, v. 17, n. 3, p. 900-906, 2019.
- ZHANG, Z.; LI, X. P.; YANG, F.; LUO, J. Y.; WANG, X. R.; LIU, L. H.; LI, H. S. Influences of season, parity, lactation, udder area, milk yield, and clinical symptoms on intramammary infection in dairy cows. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 99, n. 8, p. 6484-6493, 2016.
- ZEINHOM, M. M.; AZIZ, R. L. A.; MOHAMMED, A. N.; BERNABUCCI, U. Impact of seasonal conditions on quality and pathogens content of milk in Friesian cows. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, Seoul, v. 29, n. 8, p.1207-1213, 2016.

CAPÍTULO I

INTERAÇÃO ENTRE FATORES AMBIENTAIS, SAÚDE, EFICIÊNCIA PRODUTIVA E REPRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS EM *FREE STALL*

INTERAÇÃO ENTRE FATORES AMBIENTAIS, SAÚDE, EFICIÊNCIA PRODUTIVA E REPRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS EM *FREE STALL*

(Artigo redigido segundo as normas da Revista Principia)

RESUMO

Objetivou-se avaliar a interação dos fatores ambientais no parto e na primeira inseminação artificial (IA), saúde de útero e úbere, eficiência produtiva e reprodutiva de vacas Holandesas lactantes, estabuladas em *free stall*. Coletou-se dos softwares Ideagri® e Dairy Plan® dados de produção, reprodução e saúde de 321 vacas em lactação, com 392 registros de primeira IA pós-parto e 451 registros de parto. Os dados meteorológicos de temperatura e umidade relativa do ar, para calcular o índice de temperatura e umidade (ITU) foram coletados do software ADAMA Clima®. As variáveis ambientais foram avaliadas quanto à estação do ano mediante análise de variância (ANOVA), médias comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis. Os efeitos da estação em que ocorreu o parto e da IA sobre a taxa de prenhez aos 60 dias foram avaliados por regressão logística no pacote “aod” do Software R, as diferenças entre as taxas de prenhez médias de cada estação foram determinadas pelo teste Qui-Quadrado. A taxa de prenhez aos 60 dias, após primeira IA pós-parto, foi influenciada positivamente pela quarta lactação e negativamente pela ocorrência de retenção de placenta (RP), durante as estações quentes em que foi realizada a IA. A RP e a estação de IA com ITU >80, interferiu na eficiência reprodutiva.

Palavras-chave: Estresse térmico, ITU, Ordem de parto, Retenção de placenta, Vaca leiteira.

INTERACTION BETWEEN ENVIRONMENTAL FACTORS, HEALTH,
PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE EFFICIENCY OF HOLSTEIN COWS IN
FREE STALL

(Article written according to the norms of the Revista Principia)

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the environmental factors interaction in calving and first artificial insemination (AI), uterine and udder health, productive and reproductive efficiency of lactating Holstein cows in free stall. Ideagri® and Dairy Plan® software were collected from production, reproduction and health data of 321 lactating cows, with 392 first AI postpartum records and 451 calving records. Temperature and relative humidity data to calculate the temperature and humidity index (UTHI) were collected from the ADAMA Clima® software. Environmental variables were evaluated for season by means of analysis of variance (ANOVA) and means compared by the Kruskal-Wallis test. The effects of the birth season and AI on the 60-day pregnancy rate were assessed by logistic regression in the Software R “aod” package, the differences between the average pregnancy rates of each season were determined by the Chi-test Square. Pregnancy rate at 60 days after the first postpartum AI was positively influenced on the fourth lactation, and negatively by the occurrence of placental retention (PR), during the warm seasons in which the AI was performed. PR and AI season with UTHI >80 interfered on reproductive efficiency.

Keywords: *Dairy cow, Heat stress, Parity, Placental retention, UTHI.*

INTRODUÇÃO

O índice de temperatura e umidade (ITU) é o indicador mais difundido para avaliar o estresse térmico em vacas leiteiras (KINO *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2019). O estresse térmico é uma das principais preocupações que afetam o potencial de produção, reprodução e saúde dos animais (HABEEB; GAD; ATTA, 2018).

O desempenho reduzido ocorre pelos fatores ambientais e de gestão, como tipo de alojamento, manejo, relação homem-animal e método reprodutivo. As práticas atuais para reduzir o estresse térmico por calor em vacas leiteiras devem adequar-se às mudanças climáticas. O resfriamento ainda é o método mais lucrativo e eficaz para melhorar a produção de leite e a reprodução durante as estações quentes, verão e primavera (GUPTA *et al.*, 2016).

O estresse térmico com $ITU > 75$ causa redução na produção de leite em vacas Holandesas e está associado com menores concentrações de proteína do leite, lactose e aumento da contagem de células somáticas (CCS) (GARCIA *et al.*, 2015), redução da taxa de prenhez quando as vacas eram inseminadas com sêmen fresco foi afetado negativamente pelo estresse térmico de curto prazo, enquanto as vacas inseminadas com sêmen congelado foi afetado negativamente pelo estresse térmico de longo prazo (SCHÜLLER; BURFEIND; HEUWIESER, 2016). Além disso, pode aumentar a ocorrência de retenção de placenta (RP), principalmente em vacas multíparas. A incidência de casos é maior na primavera e verão (SHARMA *et al.*, 2017).

Embora a raça Holandesa não esteja bem adaptada ao ambiente tropical, os modernos galpões *free stall* com ventilação mecânica associada à aspersão, podem manter os animais em condições de termoneutralidade com base na temperatura retal, nas taxas respiratórias e nos níveis de produção de leite (PHILLIPS; LALLO, 2017). No entanto, o estresse ambiental atua como fator potencial na redução da fertilidade das vacas leiteiras. Conforme Keshavarzi *et al.* (2017), o aumento da ordem de parto foi associado ao declínio nas chances de concepção, sendo que as vacas com mais de quatro lactações tiveram menos chance durante as estações quentes.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a interação dos fatores ambientais no parto e na primeira IA, saúde de útero e úbere, eficiência produtiva e reprodutiva de vacas Holandesas em *free stall*.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), do Instituto Federal Goiano com o número de protocolo de aprovação 8460160519.

Os dados de reprodução, saúde e produção, foram obtidos de uma granja leiteira localizada no município de Santa Helena de Goiás, estado de Goiás, Brasil, classificado como tipo Aw, caracterizado como clima tropical com estação seca no inverno, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (CARDOSO; MARCUZZO; BARROS, 2014), localizada nas coordenadas geográficas 17°49'28.2"S 50°39'35.6"W. Este estudo incluiu 321 vacas Holandesas primíparas e multíparas em lactação, com 392 registros de primeira inseminação pós-parto e 451 registros de partos.

A granja trabalha com sistema *free stall*, três ordenhas diárias, com intervalo de oito horas. Os animais têm livre acesso a alimento com dieta balanceada e água de boa qualidade.

O microclima dentro do *free stall* era controlado automaticamente pelo software da GEA Farm Technologies (Düsseldorf, Alemanha) com o auxílio de ventiladores e de aspersores durante 24 horas por dia. A temperatura era controlada com ventiladores posicionados na área das camas e da linha de cocho, sendo acionados em temperatura acima 20°C e desligados abaixo de 17°C. Já a umidade relativa do ar era aumentada com o acionamento dos aspersores que ficavam ligados durante um minuto e desligados durante sete minutos.

Os dados de produção, reprodução e saúde foram coletados do período de março de 2016 a junho 2018. A partir dos softwares Ideagri® (Belo Horizonte, Brasil) e Dairy Plan® (GEA Farm Technologies, Düsseldorf, Alemanha) foram coletados dados de cada vaca, incluindo data do parto, data de nascimento da vaca, escore de condição corporal (ECC - 1-5, em que 1= vaca extremamente magra e 5 vaca obesa, escala definida por Edmonson *et al.* (1989)), ocorrência de retenção de placenta, presença de doença no pós-parto (mastite clínica, pneumonia, cetose clínica e deslocamento de abomaso), data de inseminação artificial (IA), estação da primeira IA pós-parto, dias em aberto, tipo de inseminação que a vaca foi submetida (inseminação artificial em tempo fixo – IATF ou cio natural), temperatura retal na IA, horário da IA, touro utilizado na IA, produção de leite na IA, contagem de células somáticas (CCS) na IA, taxa de concepção aos 30 e 60 dias após a primeira IA, a porcentagem de perda embrionária, produção de leite no pico de lactação, produção de leite corrigida para 305 dias em lactação (DEL), data da IA,

temperaturas máxima, mínima, média e umidade relativa do ar no dia do parto e no dia da primeira IA pós-parto.

As datas estabelecidas para as estações do ano no hemisfério sul definiram as estações do parto e da IA: primavera (21 setembro até 20 dezembro), verão (21 dezembro até 20 março), outono (21 março até 20 junho) e inverno (21 junho até 20 setembro).

Os dados meteorológicos (temperaturas máxima, mínima e média e umidade relativa do ar) foram coletados a partir do software da estação meteorológica localizada na fazenda (ADAMA Clima®, Adama Brasil, Londrina, Brasil). O nível de estresse térmico dos animais foi indicado pelo índice de temperatura e umidade (ITU), calculado para as datas de parto e inseminação de cada vaca para as temperaturas máxima, mínima e média, conforme modelo definido por Thom (1959) e utilizado por Marques *et al.* (2013): $ITU = 0,8 \times T + [(UR (\%) \div 100) \times (T - 14,4)] + 46,4$, na qual T é a temperatura em graus Celsius e UR é umidade relativa do ar.

Neste trabalho, utilizou-se o critério de estresse térmico de acordo com Armstrong (1994), em que ITU menor que 71 indica conforto térmico (considerando que não caia abaixo das condições termoneutras das vacas leiteiras, que induz o estresse pelo frio), 72 a 79 aponta estresse moderado, 80 a 90 indica estresse severo por calor.

Análise Estatística

Estes dados foram agrupados usando Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corp., Redmond, WA, EUA) e posteriormente transferido para o software analítico R Project versão 3.0.2 (2014).

As análises de consistência dos dados foram realizadas para verificar a existência de *outliers*, normalidade e homogeneidade de variância, sendo transformados para uma escala logarítmica quando necessário.

Os dados referentes às variáveis ambientais (temperatura ambiente e umidade relativa do ar) foram avaliados quanto à estação do ano mediante análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis.

O efeito das variáveis temperatura retal na IA, horário da IA, touro, tipo de inseminação (IATF, convencional), leite na IA, leite no pico, CCS na IA, ECC, ordem de parto, retenção de placenta e ocorrência de doenças sobre a taxa de prenhez aos 60 dias foram avaliados por regressão logística.

O teste de Wald foi utilizado para verificar a interação dos coeficientes do modelo que, quando significativa foram desdobradas e avaliadas por teste Qui-quadrado.

Os efeitos da estação em que ocorreu o parto e a estação da IA sobre a taxa de prenhez aos 60 dias, também foram avaliados por regressão logística, e as diferenças entre as taxas de prenhez médias de cada estação foram determinadas pelo teste Qui-Quadrado. As análises de regressão logística foram utilizadas o pacote “aod” no Software R.

Para verificar a associação entre os parâmetros avaliados foi feita uma matriz de correlação de Pearson (variáveis quantitativas), policórica (variáveis qualitativas) e polisérica (variáveis quantitativas e qualitativas). A análise de correlação foi realizada pelo pacote “polycor”. A matriz de correlações foi decomposta em autovalores e autovetores e utilizada para a análise de Componentes Principais (CP), utilizando o pacote “PCAmixdata”. Para determinação do número de componentes estudados, foram utilizados o critério de Kaiser (SILVA; PADOVANI, 2006) que estabelece como o critério autovalores maiores que 1. Os resultados dos componentes principais foram utilizados para análise de *clusters* com o pacote “cluster”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, a temperatura mínima no verão apresentou-se mais alta ($P < 0,05$) do que na primavera, outono e inverno. No outono e inverno foram semelhantes (Tabela 1). Já a temperatura máxima foi mais elevada na primavera, seguida pelo verão; enquanto no outono e inverno foram iguais. A temperatura média foi mais elevada na primavera e verão, e mais baixas no outono e inverno.

Tabela 1. Média e erro padrão das variáveis ambientais, temperatura ambiente mínima, máxima e média, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade (ITU) mínimo, máximo e médio nas diferentes estações do ano durante o período experimental.

Variáveis	Estação do ano			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Temperatura mínima	19,39±0,29b	20,18±0,21a	17,37±0,22c	17,37±0,22c
Temperatura máxima	32,04±0,29a	30,58±0,21b	29,81±0,21c	29,81±0,21c
Temperatura média	24,67±0,23a	24,16±0,17a	22,55±0,17b	22,55±0,17b
Umidade relativa do ar	65,82±1,26c	79,42±0,90a	72,69±0,94b	72,69±0,94b
ITU mínimo	65,32±0,45b	67,14±0,33a	62,56±0,34c	62,56±0,34c
ITU máximo	83,28±0,37a	83,59±0,26a	81,33±0,27b	81,33±0,27b
ITU médio	72,74±0,33a	73,42±0,24b	70,35±0,25c	70,35±0,25c

*Letras diferentes na mesma linha são estatisticamente diferentes pelo teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

A umidade relativa do ar foi mais alta no verão. No outono e inverno foram estatisticamente iguais. A primavera apresentou menor média de umidade relativa do ar.

O índice de temperatura e umidade mínimo, máximo e médio apresentou os menores valores durante o outono e inverno quando comparados à primavera e verão. Durante o verão, o ITU mínimo e médio foi maior que na primavera. O ITU máximo foi mais elevado e estatisticamente igual para as estações primavera e verão.

Quando o ITU está acima de 68 e persiste entre 12 horas e 18 horas, é necessário resfriamento adicional para as vacas leiteiras, pois a redução do tempo de descanso está ligada ao estresse térmico (ALLEN *et al.*, 2015). Conseqüentemente, as vacas podem apresentar maior risco de comportamento agressivo e sofrer com claudicação, comprometendo a produtividade (MORABITO *et al.*, 2017).

O sistema de aspersão associado à ventilação forçada instalado na pista de alimentação, não influenciou as condições microclimáticas, mas contribuiu para aliviar o estresse térmico (D'EMILIO *et al.*, 2017) e motivou o comportamento das vacas, mesmo sem alimentação os animais tendiam a permanecer na pista de alimentação quando os aspersores eram ativados (D'EMILIO *et al.*, 2018).

Além disso, as vacas expostas a um $ITU > 68$ durante o período seco estão sob estresse térmico. O estresse térmico imposto a qualquer momento durante o período seco aumenta a taxa de respiração e a temperatura retal e, também reduz o consumo de matéria seca. Essas vacas na lactação subsequente reduziram a produção de leite e os rendimentos de proteína do leite e lactose (FABRIS *et al.*, 2019). Estes autores também relataram que as vacas expostas ao estresse térmico tiveram menor duração da gestação e bezerros com peso ao nascer reduzido.

Ademais, vacas leiteiras sob estresse térmico podem ter produção maior de espécies reativas de oxigênio (EROS), resultando em desafios fisiológicos que impactam negativamente o desempenho reprodutivo. Mesmo quando o ITU está dentro da zona termoneutra (menor que 68), os animais podem apresentar desempenho reprodutivo diferente (SILVA *et al.*, 2017).

Para Dimov *et al.* (2017), os valores médios diários de ITU durante o verão acima de 75 e na primavera acima de 69, indicaram condições de estresse por calor em vacas leiteiras no sul da Bulgária, confirmando os achados do presente estudo no qual os maiores valores de ITU encontrados foram para estas estações.

O ITU limite para início do estresse térmico foi 65 relatado por Gernand, König e Kipp (2019) em condições climáticas da região de Turíngia, Alemanha. Ao definir este

ITU como limiar de estresse térmico, aproximadamente 30% dos dias de inseminação por ano foram conduzidas sob estresse térmico. Estes autores também relataram que o ITU da semana anterior teve efeito prejudicial moderado na taxa de prenhez por IA e a incidência de mastite, retenção de placenta e desordens puerperais durante o dia 0 a 10, após o parto aumentou a média de ITU desse período.

Em condições subtropicais de Taiwan, o ITU foi significativamente afetado pela estação do ano. No período de estações quentes (junho a novembro/verão e outono) houve redução na taxa de prenhez das vacas multíparas, mas não houve alteração nas vacas primíparas durante as estações do ano. A taxa de prenhez para as vacas multíparas foi de 43,84% e 50,68% para o ITU >72 e ≤ 72 , respectivamente (LIU *et al.*, 2018).

Segundo Schüller, Burfeind e Heuwieser (2014), as vacas em condições de climas tropicais ou subtropicais são mais adaptadas ao estresse térmico por estarem expostas as essas condições de forma mais constante do que animais de clima temperado. O período de três semanas antes e depois da realização da inseminação artificial foi considerado o mais sensível ao estresse térmico. Assim, para evitar flutuações neste período, as estratégias de redução de calor devem manter o ITU baixo e constante.

No entanto, para Liu *et al.* (2019), a precisão do monitoramento do ITU não é suficiente para avaliar o estresse térmico. Estes autores afirmaram que não é adequado para todas as regiões e fazendas determinar o estado de estresse térmico apenas quando o ITU exceder 68 ou 72, em vez disso problemas específicos devem ser analisados. Pois, o estresse térmico é uma reação fisiológica de uma dada vaca ao seu ambiente térmico, e não é afetada apenas pelo ITU, mas também varia entre indivíduos, fazendas e práticas de manejo. Para estes autores, inferir estresse térmico apenas pelo ITU não é suficientemente analítico. A magnitude do estresse térmico deve ser refletida com mais precisão usando uma avaliação abrangente das condições ambientais e dos parâmetros fisiológicos, temperatura corporal, taxa de respiração e nível de atividade das vacas.

Ao avaliar o efeito das variáveis inerentes às vacas, verificou-se que apenas animais de quarta lactação ($P=0,0355$) e que apresentaram retenção de placenta ($P=0,0252$) interferiram na taxa de prenhez aos 60 dias após primeira inseminação artificial. Ademais, vacas de quarta lactação apresentaram 2,45 vezes mais chance de estarem prenhes aos 60 dias comparadas com as outras ordens de parto. No entanto, as vacas que apresentaram retenção de placenta tiveram 0,48 vezes menos chance de prenhez aos 60 dias (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da temperatura retal na inseminação artificial (IA), produção de leite na IA, produção de leite no pico da lactação, produção de leite aos 305 dias, contagem de células somáticas (CCS) na IA, escore de condição corporal, ordem de parto (2° a 6°), retenção de placenta e doenças no pós-parto na taxa de prenhez aos 60 dias, após a primeira inseminação artificial de vacas múltiparas.

Variáveis	Estimativa do Efeito	Valor de P da Regressão Logística	Odds Ratio
Temperatura retal na IA	0,183800	0,4111	1,2018
Produção de leite na IA	0,968000	0,0554	1,1016
Produção de leite no pico da lactação	-0,080360	0,0516	0,9227
Produção de leite aos 305 dias	0,000070	0,4035	1,0000
CCS na IA	-0,000238	0,6045	0,9997
Escore de condição corporal	0,311400	0,2375	1,3653
Ordem de parto n° 2*	-0,129100	0,6099	0,8788
Ordem de Parto n° 3*	-0,614100	0,0713	0,5411
Ordem de Parto n° 4*	0,898100	0,0355	2,4549
Ordem de Parto n° 5*	0,505800	0,3489	1,6584
Ordem de Parto n° 6*	0,015210	0,9840	1,0153
Retenção de placenta	-0,739700	0,0252	0,4772
Doenças no pós-parto	0,245700	0,4376	1,2785

Significância em 5% (valor de P <0,05) pelo Teste de Wald.

*Efeito da ordem de parto em relação à ordem de parto n° 1.

A produção de leite na IA tendeu a influenciar positivamente (P=0,0554) a taxa de prenhez aos 60 dias após a primeira IA pós-parto. Isto porque a produção estava em níveis que não afetou o metabolismo do animal, tendo condições de manter quantidade de hormônios esteroides suficientes para ovular e manter a gestação (STEVENSON; PULLEY, 2016). O contrário aconteceu com a produção de leite no pico de lactação, pois tendeu a influenciar negativamente (P=0,0516) a prenhez, uma vez que atingindo o máximo de produção de leite, aumentou o fluxo de sangue para o fígado, metabolizando os hormônios esteroides, indisponibilizando para a manutenção da gestação (SANGSRITAVONG *et al.*, 2002).

Além disto, a probabilidade de prenhez de acordo com a ordem de parto e ocorrência de retenção de placenta apresentou-se significativa. Independentemente da ordem de parto, vacas que não apresentaram RP obtiveram maior probabilidade de prenhez comparadas com as demais. Entretanto, vacas de quarta lactação apresentaram maior probabilidade de prenhez que as demais ordens de parto na presença (38,07%) de RP. Isto ocorre em consequência da completa maturidade metabólica, desde que suas necessidades nutricionais sejam atendidas (DEEN *et al.*, 2018; LIU *et al.*, 2018) e os

fatores estressores sejam minimizados (KIM; JEONG, 2019). Assim, com a estabilidade do organismo, consegue-se ter máximo desempenho produtivo e reprodutivo.

Tabela 3. Probabilidade de prenhez de acordo com a ordem de parto e a ocorrência de retenção de placenta.

Ordem de Parto	Retenção de Placenta	
	Sim	Não
1	20,03%	34,41%
2	18,04%	31,56%
3	11,93%	22,12%
4	38,07%	56,30%
5	29,34%	46,53%
6	20,27%	34,76%

Valor de P = 0,042 do Qui-quadrado da interação da regressão logística para ocorrência de retenção de placenta (sim).

Observou-se a permanência de vacas no rebanho até a sexta lactação, o que pode gerar rentabilidade ao sistema de produção leiteiro, desde que durante a vida produtiva destes animais, os mesmos não tenham alta incidência de problemas de saúde e/ou reprodutivo e as condições microclimáticas do *free stall* proporcione bem-estar (SARJOKARI *et al.*, 2018; KRPÁLKOVÁ *et al.*, 2019).

Entretanto, alguns autores (BOUJENANE, 2017; PIÑEIRO *et al.*, 2019; SAWA; BOGUCKI, 2017) afirmam que o risco de descarte aumenta para vacas de terceiro parto ou ordens de partos superiores, e que apresentam retenção de placenta, e este fato pode ser confirmado com os resultados obtidos neste trabalho, pois animais que apresentaram RP tem menor eficiência reprodutiva, que aumenta a possibilidade de descarte.

O ambiente uterino saudável é relacionado ao máximo desempenho em produção de leite, melhor estado metabólico e baixa incidência de fase luteal prolongada. Enquanto, o ambiente uterino não recuperado está relacionado com a diminuição do consumo de matéria seca e da produção de leite durante as três primeiras semanas pós-parto (CHEN *et al.*, 2017).

A ocorrência de retenção de placenta está associada aos baixos índices de prenhez (TUCHO; AHMED, 2017). Neste estudo, isto foi confirmado tanto na formação dos *clusters* 2, 5 e 7 quanto na análise CP, em que esteve associada aos partos ocorridos na primavera, verão e outono (Figura 4, Tabela 9).

Estes resultados corroboram com El-Tarabany e El-Bayoumi (2015) que, ao avaliarem o desempenho reprodutivo de algumas raças e seus cruzamentos em condições

subtropicais do Egito observaram que as taxas de concepção e prenhez de vacas holandesas reduziram de 35,8% e 29,4%, respectivamente, com ITU<70 para 16,1% e 12,1%, com ITU>80. Enquanto, a incidência de retenção de placenta foi de 16,3% em ambas as situações, e não influenciou nos índices reprodutivos. Estes autores constataram que apesar da alta eficiência de produção de leite, as vacas holandesas apresentaram menor desempenho reprodutivo e adaptabilidade em condições de estresse térmico.

Vacas que apresentaram RP reduziram a probabilidade de ficarem prenhes na primeira IA ($P=0,01$), apresentaram 3,36 mais probabilidade de morte embrionária ($P=0,02$) e tiveram menor probabilidade de prenhez durante toda a lactação. Ademais, maior incidência de RP foi detectada para vacas com mais de três lactações (MACHADO *et al.*, 2015).

Como pode ser observado na Tabela 4, a estação do ano em que ocorreu o parto não influenciou a ocorrência de retenção de placenta ($P=0,1372$). No entanto, a formação dos *clusters* 3 e 6 ocorreu pelo diagnóstico negativo de prenhez aos 30 e 60 dias após primeira IA pós-parto, alta incidência de retenção de placenta, ITU máximo na data da IA (ITU=84,36).

Paralelamente, a análise de CP (Figura 2 e 3) mostra proximidade entre partos ocorridos na primavera, verão e outono e ocorrência deste distúrbio pós-parto. Talvez neste estudo não tenha gerado problemas devido ao controle do microclima no *free stall* e pela definição de um período voluntário de espera (PVE) mais prolongado durante as estações mais quentes (65 dias) em comparação com as outras estações (50 dias). Segundo Stangaferro *et al.* (2018) e Scanavez *et al.* (2019) um PVE acima de 60 dias teve associação positiva com a taxa de prenhez em vacas primíparas.

A extensão do PVE até 180 dias pode melhorar significativamente os índices reprodutivos de vacas de alta produção (NIOZAS *et al.*, 2018). Todavia, quanto mais prolongado o PVE maior será o intervalo entre partos, resultando em decréscimo no retorno anual por vaca. Conforme Inchaisri *et al.* (2011), o PVE ótimo para 90% das vacas avaliadas em seu estudo foi menor que 10 semanas. Em média todos PVE com mais de seis semanas causam perdas econômicas.

Tabela 4. Probabilidade de retenção de placenta de acordo com a estação do parto.

Estação do Parto	n	Retenção de Placenta
Primavera	77	12,99%
Verão	149	16,78%
Outono	138	20,29%
Inverno	87	9,20%
Total	451	

Valor de P = 0,1372 do Qui-quadrado.

Observou-se que os touros 2 e 9 apresentaram menor probabilidade de prenhez em relação aos demais touros utilizados ($P < 0,05$), sendo que obtiveram 0,15 e 0,48 vezes menos chances de prenhez em relação ao Touro 2, respectivamente. Apresentando baixo desempenho em relação aos demais touros não sendo recomendados para IA.

Não foi verificada diferença com relação ao horário da realização da IA e o tipo de inseminação utilizado (cio natural ou IATF) sobre a taxa de prenhez aos 60 dias após primeira inseminação (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito do horário da inseminação artificial (IA), touro e tipo de IA (cio natural ou IA em tempo fixo - IATF) sobre taxa de prenhez aos 60 dias após a primeira IA.

Variável	Estimativa do Efeito	Valor de P	Odds Ratio
IA às 5h	15,075350	0,9917	3524800
IA às 13h	14,663180	0,9920	2334200
IA às 21h	15,269350	0,9916	4279500
Touro 2*	-1,867450	0,0151	0,15451
Touro 3*	-0,213900	0,7702	0,80743
Touro 4*	-0,270500	0,4745	0,76300
Touro 5*	-0,191200	0,6275	0,82596
Touro 6*	0,775230	0,1814	2,1710
Touro 7*	-15,03033	0,9833	0,00000029676
Touro 8*	0,207750	0,5905	1,2309
Touro 9*	-0,741940	0,0444	0,47618
Touro 10*	-0,016430	0,9683	0,98370
Touro 11*	-0,487850	0,3596	0,61394
Touro 12*	0,355120	0,5273	1,4263
Touro 13*	-0,046080	0,9714	0,95496
IATF**	0,253100	0,4069	1,2880

Significância em 5% (valor de P $< 0,05$) pelo Teste de Wald.

*Efeito de touro em relação ao Touro 1.

**Efeito da IATF em relação ao cio natural.

A fertilidade de touros está entre os fatores que influenciam o desempenho reprodutivo dos rebanhos. Mesmo touros que produzem sêmen de alta qualidade, o proteoma espermático pode ser o responsável por reduzir a capacidade de fertilização, e consequentemente, diminuir a fertilidade do sêmen (KASIMANICKAM *et al.*, 2012; KASIMANICKAM *et al.*, 2018).

Dessa forma, mesmo com avaliações de motilidade e vigor dos sêmens de touros dentro do recomendado pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA), alguns touros apresentam baixas taxas de prenhez (CELEGHINI *et al.*, 2017). Todavia, não houve influência da estação da inseminação na probabilidade de prenhez. Ao analisar a Tabela 6, observou-se que o touro 2 foi usado apenas no outono com taxa de prenhez de 7,69% e o touro 9 utilizado em maior proporção no verão com taxa de prenhez de 17,95% e na primavera 30,43%.

Tabela 6. Probabilidade de prenhez aos 60 dias após a primeira inseminação artificial (IA) referente aos touros 2 e 9 de acordo com a estação da inseminação.

Estação da Inseminação	Total de IA	Touro 2	Touro 9
Primavera	70	-	30,43% (7/23)
Verão	79	-	17,95% (7/39)
Outono	138	7,69% (2/26)	-
Inverno	106	-	-

Valor de P = 0,1197 do Qui-quadrado.

Não se observou diferença nas variáveis ambientais analisadas no dia do parto e no dia da IA sobre a taxa de prenhez aos 60 dias após a primeira IA (Tabela 7).

Tabela 7. Efeito de temperatura ambiente mínima, média, máxima, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade (ITU) mínimo, médio e máximo no momento do parto e da inseminação sobre taxa de prenhez aos 60 dias após a primeira inseminação artificial pós-parto.

Variáveis	Parto		Inseminação	
	Valor de P	Odds Ratio	Valor de P	Odds Ratio
Temperatura mínima	0,724	0,8216	0,1400	2,40870
Temperatura máxima	0,623	0,7319	0,8287	0,87287
Temperatura média	0,544	1,9755	0,9543	1,06350
Umidade relativa do ar	0,897	1,0045	0,8803	1,00590
ITU mínimo	0,785	1,1052	0,0989	0,51206
ITU máximo	0,703	1,1751	0,8927	1,05840
ITU médio	0,616	0,6861	0,9700	1,02760

Significância em 5% (valor de P <0,05) pelo Teste de Wald.

A taxa de prenhez aos 60 dias após a primeira IA não foi influenciada pela estação em que ocorreu o parto ($P=0,410$), mas sofreu interferência pela estação em que foi realizada a IA ($P=0,032$). No outono e inverno as vacas apresentaram a maior probabilidade de prenhez aos 60 dias após primeira IA (35,50% e 36,19%, respectivamente), com 2,55 vezes mais chances de engravidarem no outono e 2,63 vezes no inverno em relação ao verão (Tabela 8).

Durante outono e inverno, os valores de ITU mínimo e médio permaneceram dentro da normalidade, segundo os parâmetros de Armstrong (1994). No entanto, todas as estações do ano apresentaram ITU máximo acima de 80, indicando estresse severo por calor.

Tabela 8. Efeito da estação do parto e da estação da inseminação sobre a taxa de prenhez aos 60 dias após primeira inseminação artificial.

Variáveis	Estação do Parto			Estação da Inseminação		
	Valor de P	Odds Ratio	Probabilidade de prenhez	Valor de P	Odds Ratio	Probabilidade de prenhez
Verão	-	-	35,57%	-	-	17,72%
Primavera*	0,0974	0,5933	24,67%	0,0803	1,9897	30,00%
Outono*	0,6904	0,9056	33,33%	0,0064	2,5561	35,50%
Inverno*	0,4778	0,8150	31,03%	0,0068	2,6332	36,19%
Valor de P			0,410			0,032

Significância em 5% (valor de $P < 0,05$) pelo Teste de Wald.

*Efeito da estação em relação ao Verão.

As variáveis estudadas foram correlacionadas e associadas com a taxa de prenhez aos 30 e 60 dias e por meio de análise de componentes principais (CP), observou-se três dimensões que explicam 38% dos resultados verificados nesta pesquisa. As Figuras 1 e 2 mostram que prenhez aos 30 e 60 dias estão mais distantes da estação de IA 1 (Verão) e 4 (Primavera) do que das estações de IA 2 (Outono) e 3 (Inverno).

Já nas Figuras 2 e 3, verificou-se que a ocorrência de retenção de placenta e prenhez negativa aos 30 e 60 dias após a primeira IA pós-parto estão próximas dos partos que ocorreram nas estações 1, 2 e 4 (verão, outono e primavera, respectivamente).

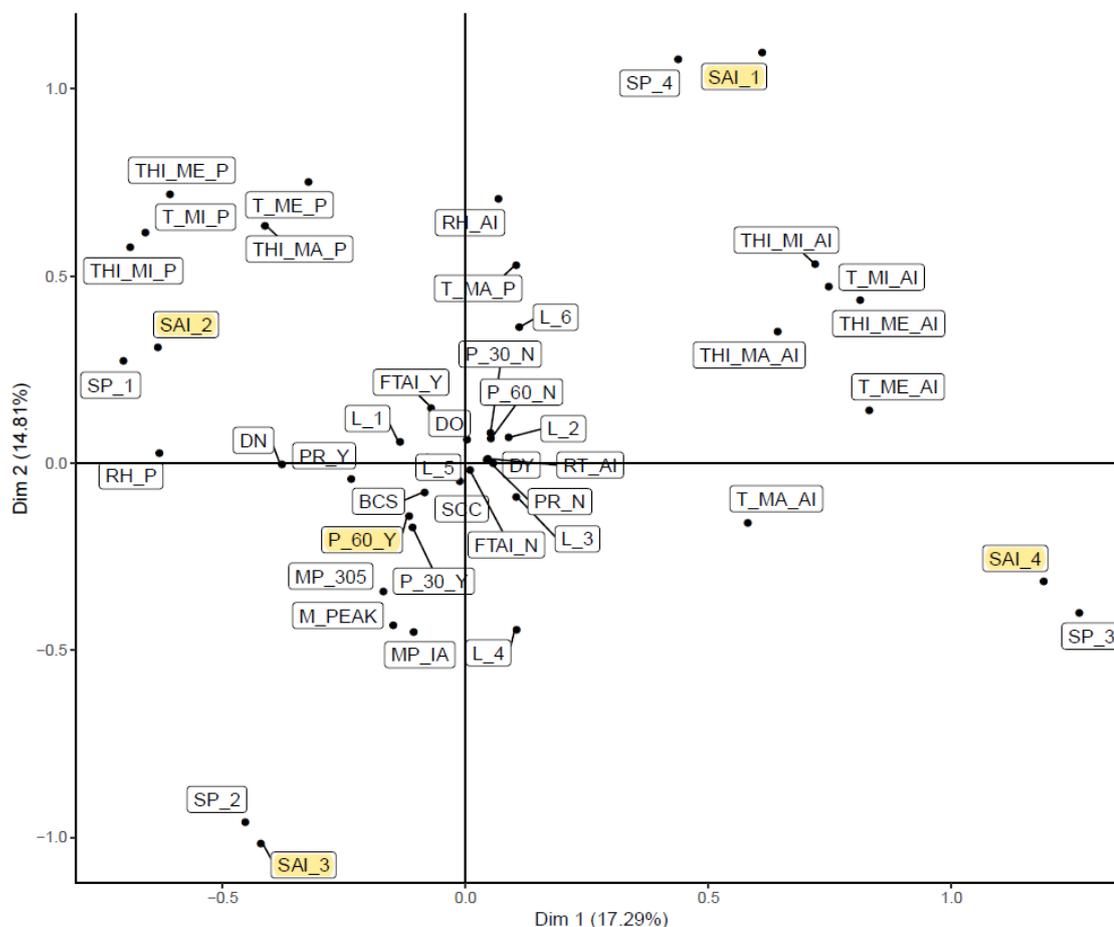


Figura 1. Biplot com representação dos escores das observações para os componentes principais 1 e 2.

*SCC=contagem de células somáticas, DO= dias em aberto, DY= doença não, DN= doença sim, BCS= escore de condição corporal, SAI_1=estação de IA 1 (Verão), SAI_2= estação de IA 2 (Outono), SAI_3= estação de IA 3 (Inverno), SAI_4 estação de IA 4 (Primavera), SP_1= estação do parto 1 (Verão), SP_2= estação do parto 2 (Outono), SP_3= estação do parto (Inverno), SP_4= estação do parto 4 (Primavera), FTAI_N= IATF não, FTAI_Y= IATF sim, THI_MA_AI= ITU máximo na IA, THI_ME_AI= ITU médio na IA, THI_MI_AI= ITU mínimo na IA, THI_MA_P= ITU da temperatura máxima no parto, THI_ME_P= ITU da temperatura média no parto, THI_MI_P= ITU da temperatura mínima no parto, L_1= lactação 1, L_2= lactação 2, L_3= lactação 3, L_4= lactação 4, L_5= lactação 5, L_6= lactação 6, MP_305= produção de leite aos 305 dias, M_PEAK= produção de leite no pico de lactação, PR_N= retenção de placenta não, PR_Y= retenção de placenta sim, P_30_N= prenhez aos 30 dias não, P_30_Y= prenhez aos 30 dias sim, P_60_N= prenhez aos 60 dias não, P_60_Y= prenhez aos 60 dias sim, T_MA_AI= temperatura máxima na IA, T_MA_P= temperatura máxima no parto, T_ME_AI= temperatura média na IA, T_ME_P= temperatura média no parto, T_MI_AI= temperatura mínima na IA, T_MI_P= temperatura mínima no parto, RT_AI= temperatura retal na IA, RH_AI= umidade relativa do ar na IA, RH_P= umidade relativa do ar no parto.

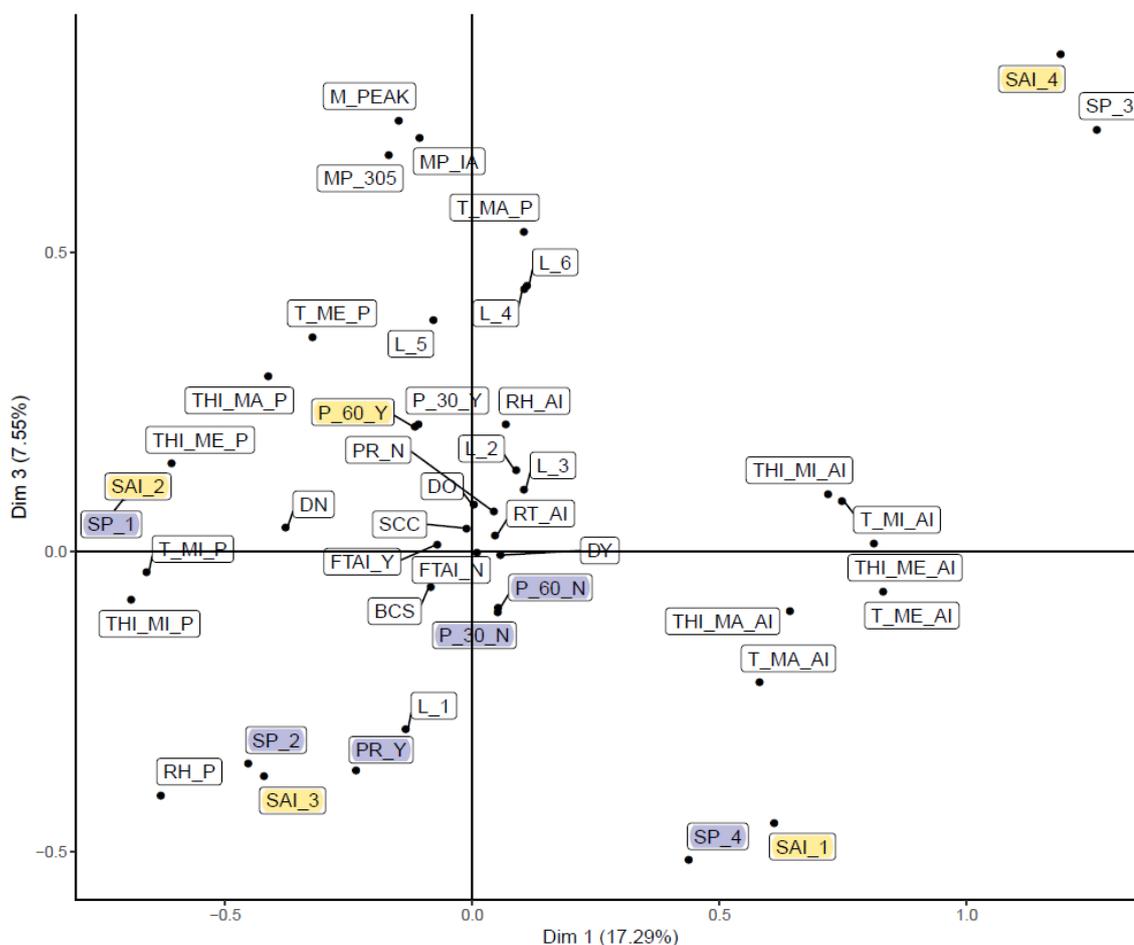


Figura 2. Biplot com representação dos escores das observações para os componentes principais 1 e 3.

*SCC=contagem de células somáticas, DO= dias em aberto, DY= doença não, DN= doença sim, BCS= escore de condição corporal, SAI_1=estação de IA 1 (Verão), SAI_2= estação de IA 2 (Outono), SAI_3= estação de IA 3 (Inverno), SAI_4 estação de IA 4 (Primavera), SP_1= estação do parto 1 (Verão), SP_2= estação do parto 2 (Outono), SP_3= estação do parto (Inverno), SP_4= estação do parto 4 (Primavera), FTAI_N= IATF não, FTAI_Y= IATF sim, THI_MA_AI= ITU máximo na IA, THI_ME_AI= ITU médio na IA, THI_MI_AI= ITU mínimo na IA, THI_MA_P= ITU da temperatura máxima no parto, THI_ME_P= ITU da temperatura média no parto, THI_MI_P= ITU da temperatura mínima no parto, L_1= lactação 1, L_2= lactação 2, L_3= lactação 3, L_4= lactação 4, L_5= lactação 5, L_6= lactação 6, MP_305= produção de leite aos 305 dias, M_PEAK= produção de leite no pico de lactação, PR_N= retenção de placenta não, PR_Y= retenção de placenta sim, P_30_N= prenhez aos 30 dias não, P_30_Y= prenhez aos 30 dias sim, P_60_N= prenhez aos 60 dias não, P_60_Y= prenhez aos 60 dias sim, T_MA_AI= temperatura máxima na IA, T_MA_P= temperatura máxima no parto, T_ME_AI= temperatura média na IA, T_ME_P= temperatura média no parto, T_MI_AI= temperatura mínima na IA, T_MI_P= temperatura mínima no parto, RT_AI= temperatura retal na IA, RH_AI= umidade relativa do ar na IA, RH_P= umidade relativa do ar no parto.

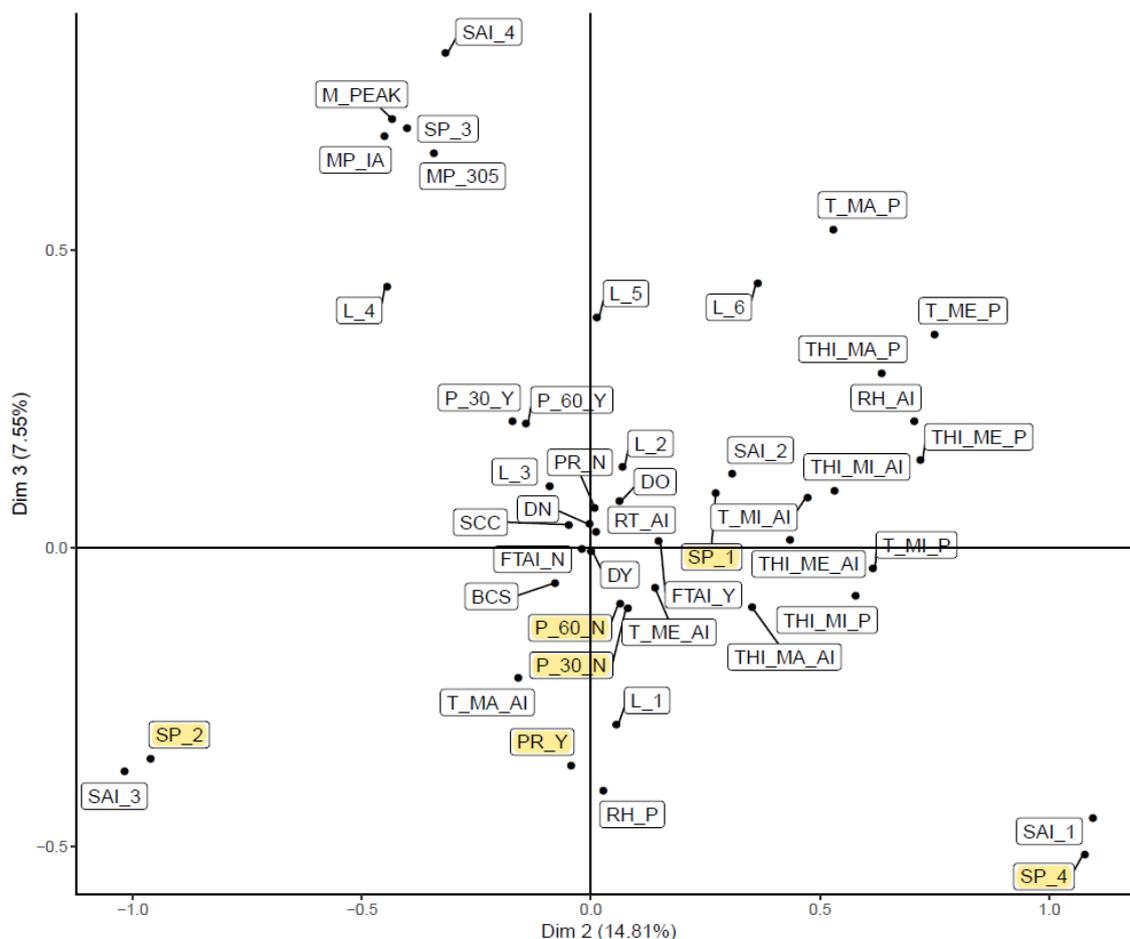


Figura 3. Biplot com representação dos escores das observações para os componentes principais 2 e 3.

*SCC=contagem de células somáticas, DO= dias em aberto, DY= doença não, DN= doença sim, BCS= escore de condição corporal, SAI_1=estação de IA 1 (Verão), SAI_2= estação de IA 2 (Outono), SAI_3= estação de IA 3 (Inverno), SAI_4 estação de IA 4 (Primavera), SP_1= estação do parto 1 (Verão), SP_2= estação do parto 2 (Outono), SP_3= estação do parto (Inverno), SP_4= estação do parto 4 (Primavera), FTAI_N= IATF não, FTAI_Y= IATF sim, THI_MA_AI= ITU máximo na IA, THI_ME_AI= ITU médio na IA, THI_MI_AI= ITU mínimo na IA, THI_MA_P= ITU da temperatura máxima no parto, THI_ME_P= ITU da temperatura média no parto, THI_MI_P= ITU da temperatura mínima no parto, L_1= lactação 1, L_2= lactação 2, L_3= lactação 3, L_4= lactação 4, L_5= lactação 5, L_6= lactação 6, MP_305= produção de leite aos 305 dias, M_PEAK= produção de leite no pico de lactação, PR_N= retenção de placenta não, PR_Y= retenção de placenta sim, P_30_N= prenhez aos 30 dias não, P_30_Y= prenhez aos 30 dias sim, P_60_N= prenhez aos 60 dias não, P_60_Y= prenhez aos 60 dias sim, T_MA_AI= temperatura máxima na IA, T_MA_P= temperatura máxima no parto, T_ME_AI= temperatura média na IA, T_ME_P= temperatura média no parto, T_MI_AI= temperatura mínima na IA, T_MI_P= temperatura mínima no parto, RT_AI= temperatura retal na IA, RH_AI= umidade relativa do ar na IA, RH_P= umidade relativa do ar no parto.

Ao observar a Figura 4, nota-se que ocorreu a formação de sete *clusters*, constituindo três subagrupamentos, principalmente pela ocorrência de prenhez aos 60 dias após a primeira IA pós-parto e retenção de placenta.

Os *clusters* 1 e 4 estão mais próximos porque agrupou vacas com retenção de placenta e vacas com diagnóstico de prenhez negativo aos 30 e 60 dias após primeira IA pós-parto. Os valores observados podem ser verificados na Tabela 9.

Nos *clusters* 3 e 6 verificou-se que houve agrupamento dos dados pela ocorrência de retenção de placenta, diagnóstico de prenhez negativo aos 30 e 60 dias e ITU máximo na data da IA (Figura 4, Tabela 9).

Os *clusters* 2, 5 e 7 estão agrupados pela produção de leite no momento da IA e no pico de lactação, e prenhez positiva aos 30 e 60 dias após primeira IA pós-parto (Figura 4, Tabela 9).

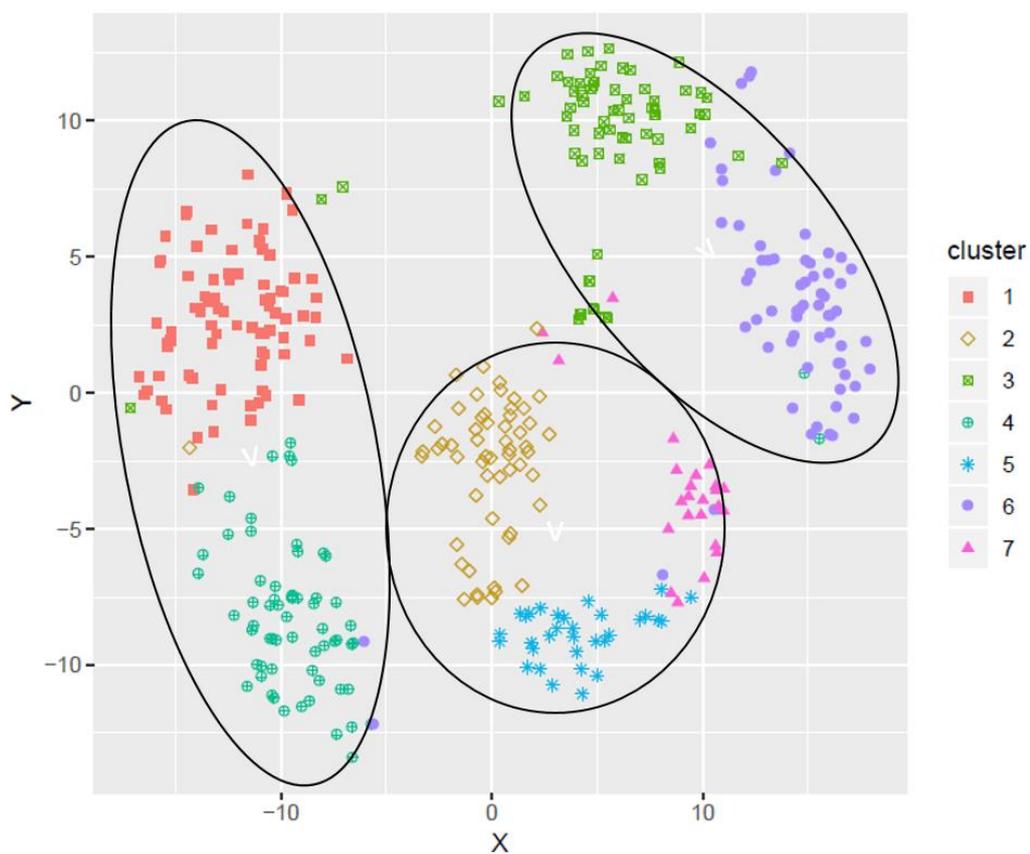


Figura 4. *Clusters* dos animais durante o período experimental.

Tabela 9. Valores médios das variáveis para formação dos *clusters*.

VARIÁVEL	CLUSTER1	CLUSTER2	CLUSTER3	CLUSTER4	CLUSTER5	CLUSTER6	CLUSTER7
N	83	57	67	64	35	65	24
Temp. Mínima no Parto	20,12	20,21	19,54	18,37	15,92	14,81	16,63
Temp. Máxima no Parto	30,65	30,31	31,80	29,78	29,63	32,39	33,81
Temp. Média no Parto	24,15	24,10	24,63	23,03	21,86	22,72	24,35
UR no Parto	79,17	80,10	68,31	72,82	64,72	43,83	39,47
ITU Mínimo no Parto	67,03	67,23	65,65	64,04	60,36	58,38	60,52
ITU Máximo no Parto	83,68	83,26	83,40	81,25	79,94	79,93	80,92
ITU Médio no Parto	73,37	73,37	72,94	71,01	68,80	68,04	69,64
Estação no Parto	95,18% E1	89,47% E1	95,52% E4	85,93% E2	78,12% E2	87,69% E3	83,33% E3
ECC	3,23	3,22	3,06	3,15	3,19	3,16	3,16
Lactação n° 1 a 3	92,77	82,45	97,01	89,06	71,87	90,76	70,83
Retenção Placenta presente	20,48	8,77	13,43	23,43	21,87	9,23	9,09
Doença presente	21,68	21,05	5,97	6,25	9,37	6,15	12,5
Estação na IA	97,59% E2	84,21% E2	95,52% E1	92,18% E3	93,75% E3	72,30% E4	75,00% E4
Dias em aberto	92,01	99	93,94	93,70	97,56	102,7	94,83
IA convencional	93,97	82,45	85,07	89,06	93,75	84,61	91,66
Temperatura Retal na IA	37,27	37,35	37,33	37,2	37,31	37,32	37,38
Leite na IA	32	33,88	27,42	35,24	33,42	34,04	33,88
CCS	113,8	143,6	106,7	144,36	149,5	159,9	139,8
Prenhez aos 30 dias	82 NÃO	57 SIM	57 NÃO	64 NÃO	32 SIM	63 NÃO	24 SIM
Prenhez aos 60 dias	83 NÃO	56 SIM	57 NÃO	64 NÃO	31 SIM	64 NÃO	24 SIM
Leite no pico	43,46	43,86	35,22	45,67	43,30	44,24	43,69
Leite 305 dias	9306	9173	7314	9323	8970	8728	9100
Temp. Mínima na IA	16,99	16,13	20,13	14,05	15,64	19,9	19,84
Temp. Máxima na IA	29,64	29,33	31,06	30,55	32,08	31,87	30,60
Temp. Média na IA	22,07	21,60	24,16	21,39	23,22	24,76	24,04
UR na IA	71,95	69,24	79,44	49,99	45,73	68,79	75,05
ITU Médio na IA	69,62	68,72	73,40	66,81	68,75	73,11	72,60
ITU Mínimo na IA	62,01	60,68	67,05	57,35	59,26	66,28	66,30
ITU Máximo na IA	81,05	80,16	84,36	78,70	79,87	82,62	82,60

*Temp=temperatura (Graus Celsius (°C)); UR=umidade relativa do ar (%); ITU=índice de temperatura e umidade; ECC=escore de condição corporal; IA=inseminação artificial; CCS (células/ml); E1=verão; E2=outono; E3=inverno; E4=primavera; Leite na IA, Leite no pico, Leite 305 dias (Kg).

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos conclui-se que a taxa de prenhez de vacas Holandesas foi influenciada positivamente na quarta lactação e negativamente pela saúde uterina devido a ocorrência de retenção de placenta. Além disso, as vacas que foram inseminadas durante o outono e inverno tiveram maior probabilidade de prenhez do que na primavera e verão. Em todas as estações o ITU máximo foi acima de 80, as vacas que foram inseminadas durante a primavera e verão tiveram as menores probabilidade de prenhez após primeira IA pós-parto. Indicativo que a estação de inseminação influencia a eficiência reprodutiva.

Desta maneira, a partir dos resultados das variáveis ambientais, principalmente o ITU em todas as estações do ano, as vacas leiteiras durante o período experimental

poderiam estar sofrendo com estresse térmico. No entanto, estes efeitos podem ter sido minimizados devido ao controle automático das condições microclimáticas do *free stall*. Mesmo assim, estes animais segundo alguns autores poderiam sofrer algum efeito do estresse térmico, já que o ITU limite para início de estresse é variável entre ele. Considerando a grande variabilidade de temperatura e UR no interior do galpão. Estudos adicionais sobre a amplitude térmica no interior do galpão e a influência no bem-estar animal, nos índices reprodutivos e produtivos, seriam úteis para ajudar explicar a dinâmica do estresse térmico e para melhorar o gerenciamento reprodutivo e conforto das vacas em lactação.

REFERÊNCIAS

ALLEN, J. D.; HALL, L. W.; COLLIER, R. J.; SMITH, J. F. Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, n. 1, p. 118-127, 2015.

ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 7, p. 2044-2050, 1994.

BOUJENANE, I. Reasons and risk factors for culling Holstein dairy cows in Morocco. **Journal of Livestock Science and Technologies**, v. 5, n. 1, p. 25-31, 2017.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2014.

CELEGHINI, E. C. C.; ARRUDA, R. D.; FLOREZ-RODRIGUEZ, S. A.; SANTOS, F. D.; ALVES, M. B. R.; OLIVEIRA, B. M. M. D. Impacto na qualidade do sêmen sobre a fertilidade a campo em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 41, n. 1, p. 40-45, 2017.

CHEN, J.; SOEDE, N. M.; REMMELINK, G. J.; BRUCKMAIER, R. M.; KEMP, B.; VAN KNEGSEL, A. T. Relationships between uterine health and metabolism in dairy cows with different dry period lengths. **Theriogenology**, v. 101, p. 8-14, 2017.

DEEN, A. U.; TYAGI, N.; YADAV, R. D.; KUMAR, S.; TYAGI, A. K.; SINGH, S. K. Feeding balanced ration can improve the productivity and economics of milk production in dairy cattle: a comprehensive field study. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, n. 4, p. 737-44, 2018.

D'EMILIO, A.; PORTO, S. M. C.; CASCONI, G.; BELLA, M.; GULINO, M. Mitigating heat stress of dairy cows bred in a free-stall barn by sprinkler systems coupled with forced ventilation. **Journal of Agricultural Engineering**, Pavia, v. 48, n. 4, p. 190-195, 2017.

D'EMILIO, A.; CASCONI, G.; LANTERI, P.; PORTO, S. M. Effects of different cooling systems on heat stress and behaviour of dairy cows. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, Pequim, p. 1-14, 2018.

DIMOV, D.; MARINOV, I.; PENEV, T.; MITEVA, C.; GERGOVSKA, Z. Influence of temperature-humidity index on comfort indices in dairy cows. **Sylwan Journal**, Varsóvia, v. 161, n. 6, p. 68-85, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320183228>. Acesso em: Julho de 2019.

EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 68-78, 1989.

EL-TARABANY, M. S.; EL-BAYOUMI, K. M. Reproductive performance of backcross Holstein x Brown Swiss and their Holstein contemporaries under subtropical environmental conditions. **Theriogenology**, v. 83, n. 3, p. 444-448, 2015.

FABRIS, T. F.; LAPORTA, J.; SKIBIEL, A. L.; CORRA, F. N.; SENN, B. D.; WOHLGEMUTH, S. E.; DAHL, G. E. Effect of heat stress during early, late, and entire dry period on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 102, n. 6, p. 5647-5656, 2019.

GARCIA, A. B.; ANGELI, N.; MACHADO, L.; CARDOSO, F. C. D.; GONZALEZ, F. Relationships between heat stress and metabolic and milk parameters in dairy cows in southern Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, n. 5, p. 889-894, 2015.

GERNAND, E.; KÖNIG, S.; KIPP, C. Influence of on-farm measurements for heat stress indicators on dairy cow productivity, female fertility, and health. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 102, n. 7, p. 6660-6671, 2019.

GUPTA, S. K.; SHINDE, K. P.; LONE, S. A.; THAKUR, A.; KUMAR, N. The potential impact of heat stress on production and reproduction of dairy animals: consequences and possible solutions: a review. **International Journal of Science, Environment and Technology**, v. 5, n. 3, p. 903-911, 2016.

HABEEB, A. A.; GAD, A. E.; ATTA, A. M. Temperature-humidity indices as indicators to heat stress of climatic conditions with relation to production and reproduction of farm animals. **International Journal of Biotechnology and Recent Advances**, Pleasanton, v. 1, n. 2, p. 35-50, 2018.

INCHAISRI, C.; JORRITSMA, R.; VOS, P. L. A. M.; VAN DER WEIJDEN, G. C.; HOGEVEEN, H. Analysis of the economically optimal voluntary waiting period for first insemination. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 94, n. 8, p. 3811-3823, 2011.

KASIMANICKAM, V.; KASIMANICKAM, R.; ARANGASAMY, A.; SABERIVAND, A.; STEVENSON, J. S.; KASTELIC, J. P. Association between mRNA abundance of functional sperm function proteins and fertility of Holstein bulls. **Theriogenology**, v. 78, n. 9, p. 2007-2019, 2012.

KASIMANICKAM, R. K.; KASIMANICKAM, V. R.; ARANGASAMY, A.; KASTELIC, J. P. Sperm and seminal plasma proteomics of high-versus low-fertility Holstein bulls. **Theriogenology**, v. 126, p. 41-48, 2018.

KESHAVARZI, H.; SADEGHI-SEFIDMAZGI, A.; STYGAR, A. H.; KRISTENSEN, A. R. Effects of abortion and other risk factors on conception rate in Iranian dairy herds. **Livestock Science**, v. 206, p. 51-58, 2017.

KIM, I. H.; JEONG, J. K. Risk factors limiting first service conception rate in dairy cows and their economic impact. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, Seoul, v. 32, n. 4, p. 519-526, 2019.

KINO, E.; KAWAKAMI, R.; MINAMINO, T.; MIKURINO, Y.; HORII, Y.; HONKAWA, K.; SASAKI, Y. Exploration of factors determining milk production by Holstein cows raised on a dairy farm in a temperate climate area. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, n. 3, p. 529-536, 2018.

KRPÁLKOVÁ, L.; CABRERA, V. E.; ZAVADILOVÁ, L.; ŠTÍPKOVÁ, M. The importance of hoof health in dairy production. **Czech Journal of Animal Science**, Praha, v. 64, n. 3, p. 107-117, 2019.

LIU, W. B.; PEH, H. C.; WANG, C. K.; MANGWE, M. C.; CHEN, C. F.; CHIANG, H. I. Effect of seasonal changes on fertility parameters of Holstein dairy cows in subtropical climate of Taiwan. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, Seoul, v. 31, n. 6, p. 820-826, 2018.

LIU, J. J.; LI, L.; CHEN, X.; LU, Y.; WANG, D. A review of the Effects of heat stress on body temperature, milk production, and reproduction in dairy cows: a novel idea for monitoring and evaluation of heat stress. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 32, n. 9, p. 1-18, 2019.

MACHADO, V. S.; OIKONOMOU, G.; GANDA, E. K.; STEPHENS, L.; MILHOMEM, M.; FREITAS, G. L.; ZINICOLA, M.; PEARSON, J.; WIELAND, M.; GUARD, C.; GILBERT, R. O. The effect of intrauterine infusion of dextrose on clinical endometritis cure rate and reproductive performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, n. 6, p. 3849-3858, 2015.

MARQUES, T. C.; LEÃO, K. M.; DE OLIVEIRA VIU, M. A.; SARTORI, R. The effects of progesterone treatment following artificial insemination on the reproductive performance of dairy cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, n. 2, p. 405-410, 2013.

MORABITO, E.; BARKEMA, H. W.; PAJOR, E. A.; SOLANO, L.; PELLERIN, D.; ORSEL, K. Effects of changing freestall area on lameness, lying time, and leg injuries on dairy farms in Alberta, Canada. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 8, p. 6516-6526, 2017.

NIOZAS, G.; TSOUSIS, G.; STEINHÖFEL, I.; BROZOS, C.; RÖMER, A.; WIEDEMANN, S.; BOLLWEIN, H.; KASKE, M. Extended lactation in high-yielding

dairy cows. I. Effects on reproductive measurements. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 102, n. 1, p. 799-810, 2018.

OLIVEIRA, C. E. A.; DAMASCENO, F. A.; FERRAZ, P. F. P.; NASCIMENTO, J. A. C.; FERRAZ, G. A. S.; BARBARI, M. Geostatistics applied to evaluation of thermal conditions and noise in compost dairy barns with different ventilation systems. **Agronomy Research**, Tartu, v. 17, n. 3, p. 783-796, 2019.

PHILLIPS, D.; LALLO, C. H. Thermoregulation and performance of Holstein Cattle in a modern dairy cattle facility in Barbados. **Tropical Agriculture**, Saint Augustine, v. 94, n. 4, p. 372-381, 2017.

PIÑEIRO, J. M.; MENICHETTI, B. T.; BARRAGAN, A. A.; RELING, A. E.; WEISS, W. P.; BAS, S.; SCHUENEMANN, G. M. Associations of postpartum lying time with culling, milk yield, cyclicity, and reproductive performance of lactating dairy cows. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 102, n. 4, p. 3362-3375, 2019.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Viena, Áustria. 2014. ISBN: 3-900051-07-0, Disponível em: <http://www.R-project.org>.

SARJOKARI, K.; HOVINEN, M.; SEPPÄ-LASSILA, L.; NORRING, M.; HURME, T.; PELTONIEMI, O. A.; SOVERI, T.; RAJALA-SCHULTZ, P. J. On-farm deaths of dairy cows are associated with features of freestall barns. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 101, n. 7, p. 6253-6261, 2018.

SANGSRITAVONG, S.; COMBS, D. K.; SARTORI, R.; ARMENTANO, L. E.; WILTBANK, M. C. A alta ingestão de ração aumenta o fluxo sanguíneo hepático e o metabolismo da progesterona e estradiol-17 β em bovinos leiteiros. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 85, n. 11, p. 2831-2842, 2002.

SAWA, A.; BOGUCKI, M. Longevity of cows depending on their first lactation yield and herd production level. **Annals of animal science**, Krakow, v. 17, n. 4, p. 1171-1183, 2017.

SCANAVEZ, A. L.; ARRUDA, A. G.; STEVENSON, J. S.; MENDONÇA, L. G. Evaluation of seasonal patterns and herd-level traits associated with insemination risk in large dairy herds in Kansas. **PloS one**, San Francisco, v. 14, n. 5, p. e0217080, 2019.

SHARMA, M.; BHAT, Y.; SHARMA, N.; RAWAT, S. Effect of parity of animal and season of the year on the rate of retention of placenta in Dairy cattle. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 12, p. 3103-3108, 2017.

SHOCK, D. A.; LEBLANC, S. J.; LESLIE, K. E.; HAND, K.; GODKIN, M. A.; COE, J. B.; KELTON, D. F. Studying the relationship between on-farm environmental conditions and local meteorological station data during the summer. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 99, n. 3, p. 2169-2179, 2015.

SCHÜLLER, L. K.; BURFEIND, O.; HEUWIESER, W. Impact of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature–humidity index thresholds, periods relative to breeding, and heat load indices. **Theriogenology**, v. 81, n. 8, p. 1050-1057, 2014.

SCHÜLLER, L. K.; BURFEIND, O.; HEUWIESER, W. Effect of short-and long-term heat stress on the conception risk of dairy cows under natural service and artificial insemination breeding programs. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 99, n. 4, p. 2996-3002, 2016.

SILVA, T. V.; ALVES, B. G.; ALVES, K. A.; PORTO, R. N. G.; GAMBARINI, M. L. Effects of calving season on the voluntary waiting period and reproductive performance of Holstein cows in the tropical savannah. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, n. 6, p. 1179-85, 2017.

SILVA, N. R.; PADOVANI, C. R. Utilização de componentes principais em experimentação agrônômica. **Energia Agrícola**, Botucatu, v. 21, n. 4, p. 98-113, 2006.

STANGAFERRO, M. L.; WIJMA, R.; MASELLO, M.; THOMAS, M. J.; GIORDANO, J. O. Economic performance of lactating dairy cows submitted for first service timed artificial insemination after a voluntary waiting period of 60 or 88 days. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 101, n. 8, p. 7500-7516, 2018.

STEVENSON, J. S.; PULLEY, S. L. Feedback effects of estradiol and progesterone on ovulation and fertility of dairy cows after gonadotropin-releasing hormone-induced release of luteinizing hormone. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 99, n. 4, p. 3003-3015, 2016.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, Washington, v. 12, n. 2, p. 57-61, 1959.

TUCHO, T. T.; AHMED, W. M. Economic and Reproductive Impacts of Retained Placenta in Dairy Cows. **Journal of Reproduction and Infertility**, Teerã, v. 8, n. 1, p. 18-27, 2017.