

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

**INTERAÇÕES AMBIENTAIS E GENÉTICOS AFETAM A PRODUÇÃO *IN VITRO*  
DE EMBRIÕES BOVINOS**

Discente: Ana Paula Alves Pires

Orientadora: Dra. Karen Martins Leão

Coorientadora: Dra. Aline Sousa Camargos

Coorientador: Dr. Tiago do Prado Paim

Rio Verde - GO

setembro - 2023

**INTERAÇÕES AMBIENTAIS E GENÉTICOS AFETAM A PRODUÇÃO *IN VITRO*  
DE EMBRIÕES BOVINOS**

Discente: Ana Paula Alves Pires

Orientadora: Dra. Karen Martins Leão

Coorientadora: Dra. Aline Sousa Camargos

Coorientador: Dr. Tiago do Prado Paim

Dissertação apresentada, como parte das Exigências para obtenção do título de MESTRA 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

setembro - 2023

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

PAN533 Pires, Ana Paula Alves  
i Interações Ambientais e Genéticos afetam a produção  
in vitro de embriões bovinos / Ana Paula Alves  
Pires; orientadora Karen Martins Leão; co-  
orientadora Aline Sousa Camargos. -- Rio Verde,  
2023.  
35 p.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -- Instituto  
Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2023.

1. Estação do ano. 2. Fertilização in vitro. 3.  
Localização geográfica. 4. Raças bovinas. 5. Qualidade  
oócitaria. I. Martins Leão, Karen , orient. II. Sousa  
Camargos, Aline , 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:

Matrícula:

Título do Trabalho:

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 25/11/2023

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

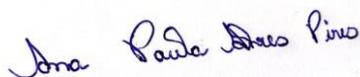
O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**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 inclusos 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, 25/11/2023



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



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

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

**INTERAÇÕES AMBIENTAIS E GENÉTICAS AFETAM A  
PRODUÇÃO *IN VITRO* DE EMBRIÕES BOVINOS**

Autora: Ana Paula Alves Pires  
Orientadoras: Karen Martins Leão e Aline Sousa Camargos

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia – Área de Concentração em Zootecnia/Recursos  
Pesqueiros.

APROVADA em 25 de setembro de 2023.

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

Dra. Kátia Roberta Fernandes  
Avaliadora externa  
IF Goiano/MO

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

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marco Antonio Pereira da Silva**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/09/2023 15:39:38.
- **Katia Roberta Fernandes**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/09/2023 15:39:08.
- **Karen Martins Leao**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/09/2023 15:38:01.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 25/09/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 534280

Código de Autenticação: f7c5dbb706



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, pela oportunidade em realizar o Mestrado em Zootecnia dando todo suporte possível.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Dr. Tiago Pereira Guimarães.

A professora Dra. Ana Paula Cardoso Gomide, pelo apoio e esclarecimentos das dúvidas.

Ao professor Dr. Marco Antônio Pereira da Silva, pela paciência, e disponibilidade em atender as minhas dúvidas e contribuir com a melhoria do trabalho, principalmente na metodologia.

A professora Dra. Kátia Cylene Guimarães, pela condução das disciplinas de seminário I, II e III, contribuindo na construção de ideias para finalização da dissertação. Muito obrigada!

A minha orientadora Dra. Karen Martins Leão, sempre me instigando a ir além e compreendendo os meus desafios.

A minha querida Coorientadora Aline Sousa Camargos, que me incentivou e acreditou no meu potencial para ingressar neste mestrado, serei eternamente grata por todos os ensinamentos.

Ao meu Coorientador Tiago do Prado Paim, com todo conhecimento e didática me auxiliou a sair da escuridão nas interpretações das análises. Sempre se prontificou a esclarecer as dúvidas. Muito obrigada!!

Agradeço imensamente a colaboração da empresa Samvet Embriões<sup>®</sup>, por disponibilizar o banco de dados para nosso trabalho.

Agradeço a minha querida colega, que passou a ser minha amiga a Raiane Gomes R. Araújo sempre nos apoiando uma na outra para conseguimos finalizar essa trajetória.

A empresa SMFagro, por todo suporte ofertado durante o mestrado e apoio para essa conquista.

Ao meu noivo Murilo Falone Rocha, pelo amor, companheirismo e apoio sempre.

A minha querida Mãe, que sempre me apoiou e não mediu esforços para realização desse sonho.

A todos familiares e amigos pela compreensão e incentivo no decorrer do curso.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ao CNPq, FAPEG, FINEP e IF Goiano, pelo apoio a realização da pesquisa.

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Ana Paula Alves Pires, filha de Gezio Pires da Silva e Silvani Alves Mariano. Nascida em 22 de janeiro de 1992 no município de Piracanjuba - Goiás. Concluiu a Graduação em Zootecnia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos em abril de 2019. Em 2021 concluiu a Pós-Graduação em Produção de Ruminantes pela Faculdade Unyleya. Logo em 2022, finalizou outra Pós-Graduação em Produção Animal pela Universidade Estadual de Goiás - Campus São Luís de Montes Belos. Em outubro de 2021 ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, concentrando seus estudos na área de Produção Animal e sustentabilidade na produção e, submetendo-se a defesa de dissertação em 25 de setembro de 2023, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

## ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIACOES.....	vii
ÍNDICE DE TABELAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE QUADROS.....	x
<b>CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>1</b>
1 INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
<i>Raça e Clima.....</i>	<i>4</i>
<i>Estação do ano e localização geográfica.....</i>	<i>7</i>
REFERÊNCIAS.....	10
OBJETIVOS.....	14
<b>CAPÍTULO II – OS EFEITOS AMBIENTAIS E GENÉTICOS AFETAM A PRODUÇÃO <i>IN VITRO</i> DE EMBRIÕES BOVINOS.....</b>	<b>15</b>
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUÇÃO.....	17
MATERIAL E MÉTODOS.....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	35

## ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ALTs	Altitude
CLI	Número de clivados
CIV	Cultivo <i>in vitro</i>
CL	Corpo lúteo
EP	Número de embriões produzidos
FIV	Fertilização <i>in vitro</i>
GI	Qualidade oocitária grau I
GII	Qualidade oocitária grau II
GIII	Qualidade oocitária grau III
IATF	Inseminação Artificial em Tempo Fixo
LATs	Latitude
LONGs	Longitude
MIV	Maturação <i>in vitro</i>
N.V.	Número de oócitos viáveis
OV	Proporção de oócitos viáveis
OPU	<i>Ovum Pick Up</i>
Pgi	Proporção grau I
Pgii	Proporção grau II
Pgiii	Proporção grau III
Pcli	Porcentagem de oócitos clivados
Pembriao	Porcentagem de embriões
PIVE	Produção <i>in vitro</i> de embriões bovinos
TE	Transferência de Embrião
TOTAL	Número de oócitos total
V	Número de oócitos viáveis

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Quantidade de observações dos fatores analisados nos modelos estatísticos.	
<b>Tabela 2</b> - Modelos e pacotes para determinação dos efeitos sobre as variáveis resposta.....	21
<b>Tabela 3</b> - Valores mínimos, médios, mediana e máximos das variáveis grau I, II, III, proporção grau I, proporção grau II, proporção grau III, número de oócitos não viáveis, número total de oócitos, proporção de oócitos viáveis, maturação <i>in vitro</i> , número de clivados, porcentagem de oócitos clivados, número de embriões produzidos, porcentagem de embriões que foram analisados nos modelos estatísticos.....	21
<b>Tabela 4</b> - Resultado de <i>p-value</i> da análise de variância considerando os efeitos com e sem interação dos fatores: Estação, raça doadora, latitude, longitude, altitude e suas interações nas variáveis grau I, grau II, grau III, número de oócitos viáveis e número total de oócitos.....	24
<b>Tabela 5</b> - Médias e desvio padrão do número de oócitos de qualidade oocitária de grau I, grau II e grau III conforme as estações outono, verão, primavera, inverno.....	26
<b>Tabela 6</b> – Número total de oócitos por aspiração folicular de acordo com a estação do ano para raça de doadora Brahman, Girolando, Gir, Guzolando, Holandês, Nelore, Senepol e Tabapuã.....	27
<b>Tabela 7</b> – Porcentagem (%) de embriões produzidos de acordo com a estação do ano para raça de doadora Brahman, Girolando, Gir, Guzolando, Holandês, Nelore, Senepol e Tabapuã.....	28
<b>Tabela 8</b> – Porcentagem (%) de embriões produzidos de acordo com a raça de doadoras Brahman, Girolando, Gir, Guzolando, Holandês, Nelore, Senepol e Tabapuã.....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Correlação das variáveis Latitude, Altitude, Grau I, Grau II, Grau III, Proporção de grau I, Proporção de grau II, Proporção de grau III, número de oócitos não viáveis, número de oócitos totais, número de oócitos viáveis, número de oócitos maturados <i>in vitro</i> , número de clivados, Porcentagem de clivados, número de embriões produzidos e porcentagem de embriões.....	29
<b>Figura 2</b> - Porcentagem da exploração das variáveis nas dimensões de um a dez.....	30
<b>Figura 3</b> - Resultados dos dois primeiros componentes ou dimensões de componentes principais nas variáveis de proporção grau I, grau II, grau III, latitude, altitude, porcentagem de embriões, proporção de clivados, proporção de oócitos viáveis, qualidade oocitária grau I, grau II, grau III, número embriões produzidos, número de oócitos clivados, número de oócitos viáveis, número de oócitos maturados <i>in vitro</i> , número de oócitos total e número de oócitos não viáveis.....	31
<b>Figura 4</b> - Resultados da terceira e quarta dimensões de componentes principais nas variáveis de proporção grau I, grau II, grau III, latitude, altitude, porcentagem de embriões, porcentagem de clivados, proporção de oócitos viáveis, qualidade oocitária grau I, grau II, grau III, número embriões produzidos, número de oócitos clivados, número de oócitos viáveis, número de oócitos maturados <i>in vitro</i> , número de oócitos total e número de oócitos não viáveis.....	31

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Valores de mínima, média e máxima dos fatores analisados nos modelos estatísticos.....	19
--	----

## RESUMO

Na busca em conhecer os fatores que interferem na produção *in vitro* de embriões bovinos, têm-se estudado os tratamentos, influências e estratégias que possam melhorar a qualidade oocitária das doadoras e produção de embriões, tornando os processos viáveis dentro das condições adversas. Dessa forma, objetivou-se avaliar dados retrospectivos da produção *in vitro* de embriões bovinos (PIVE), a fim de estabelecer e determinar fatores ambientais, genéticos e localização geográfica que impactam a taxa de recuperação de oócitos, qualidade de oócitos e quantidade de embriões bovinos, oriundos da produção *in vitro*. Trata-se de um estudo retrospectivo não controlado com análise exploratória de dados. Foram coletados por meio de planilha do Microsoft Excel®, dados de 2017 a 2021 da empresa Samvet Embriões® (Morrinhos, Goiás, Brasil). As raças analisadas foram: Nelore, Brahman, Brangus, Girolando, Gir, Guzolando, Holandês, Jersey, Pardo-Suíço, Senepol e Tabapuã. Avaliou-se o efeito da estação do ano, raça da doadora e localização geográfica sobre a produção *in vitro* de embriões bovinos. Em relação as variáveis: qualidade oocitária quanto ao grau I, grau II, grau III, proporção em grau I (Pgi), proporção em grau II (Pgii), proporção em grau III (Piii), número de oócitos não viáveis (NV), porcentagem de oócitos não viáveis (Pnv), número de oócitos viáveis (V), proporção de oócitos viáveis (OV), número total de oócitos (TOTAL), número de clivados (CLI), porcentagem de clivados (Pcli), número de oócitos maturados *in vitro* (MIV), quantidade de embriões produzidos (EP) e porcentagem de embriões produzidos (Pembriao). O fator estação do ano não teve efeito significativo na porcentagem de embriões bovinos independentes da raça. Porém, no inverno houve menor produção de oócitos grau II. A raça doadora teve efeito significativo na qualidade oocitária, na quantidade de oócitos viáveis e totais. A interação de latitude, longitude e altitude foi significativa no número de oócitos viáveis e totais. Dessa forma, fatores ambientais, genéticos e localização geográfica impactam a taxa de recuperação de oócitos, qualidade de oócitos e quantidade de embriões em determinadas raças.

**Palavras-Chave:** Estação do ano, fertilização *in vitro*, localização geográfica, raças bovinas, qualidade oocitária.

## ABSTRACT

In the quest to know the factors that interfere with the *in vitro* production of bovine embryos, treatments, influences and strategies that can improve the oocyte quality of donors and embryo production have been studied, making the processes viable under adverse conditions. Thus, the objective was to evaluate retrospective data about *in vitro* production of bovine embryos (IVP), to establish and determine environmental, genetic, and geographic location factors that impact the rate of oocyte recovery, oocyte quality and quantity of bovine embryos derived from *in vitro* production. Data were collected from the company Samvet Embriões®, (Morrinhos, Goiás, Brazil). It is, therefore, a retrospective uncontrolled study with exploratory data analysis. Data from 2017 to 2021 were collected using a Microsoft Excel® spreadsheet. The analyzed breeds were: Nelore, Brahman, Brangus, Girolando, Gir, Gurolando, Holstein, Jersey, Brown-Swiss, Senepol and Tabapuã. The season year effect, donor race and geographic location on the *in vitro* production of bovine embryos was evaluated. Regarding the variables: Oocyte quality in terms of grade I, grade II, grade III, proportion in grade I (Pgi), proportion in grade II (Pgii), proportion in grade III (Pgiii), number of non-viable oocytes (NV), percentage of number of non-viable oocytes (Pnv), number of viable oocytes (V), proportion of oocyte production (OV), Total number of oocytes (TOTAL), number of cleaved (CLI), percentage of cleaved (Pcli), number of *in vitro* matured oocytes (IVM), number of produced embryos (EP), and percentage of produced embryos (Pembriao) were also evaluated. The season of the year factor had no significant effect on the percentage of breed-independent bovine embryos. However, in winter there was a lower production of grade II oocytes. The donor breed had a significant effect on oocyte quality, on the number of viable and total oocytes. The interaction of latitude, longitude and altitude was significant in the number of viable and total oocytes. Thus, environmental, genetic, and geographic location factors impact the oocyte quality and embryo quantity in certain breeds.

**Key words:** Bovine breeds, *in vitro* fertilization, season, geographic location, oocyte quality.

# CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Com o aumento populacional, cresce cada vez mais a exigência mundial na eficiência da produção de produtos de origem animal, e as biotécnicas da reprodução são ferramentas que podem ser utilizadas para aumentar a eficiência produtiva do rebanho, viabilizando atender a demanda (BARUSELLI, 2016). De acordo com Morris *et al.* (2001) as biotecnologias da reprodução serão umas das tecnologias mais significativas dos próximos 50 anos ou mais, tendo potencial para aumentar eficiência reprodutiva e produtiva dos rebanhos.

As biotécnicas empregadas na reprodução de fêmeas bovinas são: inseminação artificial (IA), inseminação artificial em tempo fixo (IATF), produção *in vitro* de embriões bovinos (PIVE) e transferência de embriões (TE) (BERTOLINI & BERTOLINI, 2009).

Dentre estas técnicas, destaca-se cada vez mais na reprodução bovina a aspiração folicular transvaginal guiada por ultrassom. É o método que permite a coleta de oócitos de uma doadora geneticamente superior, e torna possível a produção *in vitro* de embriões e, posteriormente, a transferência do embrião para receptora ou a criopreservação do embrião (PEIXER *et al.*, 2018).

Mello *et al.* (2016) ressaltaram que a técnica relaciona-se com uma série de procedimentos integrados, que vão do manejo reprodutivo das doadoras e receptoras e envolve as etapas de coleta dos oócitos, maturação *in vitro* (MIV), fecundação *in vitro* (FIV), e cultivo *in vitro* (CIV) para transferência de embrião ou criopreservação do embrião produzido.

A grande vantagem na utilização da PIVE, é poder aumentar significativamente o número de crias produzidas por fêmea, produzir embriões a partir de material de animais que vieram a óbito ou que estão extintos, e propor melhorias dentro do rebanho com a seleção e aprimoramento genético (LUEDKE *et al.*, 2019).

Entretanto, a utilização da PIVE apresenta desafios como o baixo número de embriões viáveis produzidos (SCANAZEZ *et al.*, 2013). Podendo ser influenciado por fatores ambientais, pois oócitos e embriões até o estágio de blastocisto são vulneráveis ao calor (MACEDO *et al.*, 2014), condições de cultivo da FIV e condições fisiológicas da doadora (SILVA *et al.*, 2015; MELLO *et al.*, 2016; PINHEIRO *et al.*, 2022).

De acordo com a literatura a idade (MELLO *et al.*, 2016), raça (BORGES FILHO, 2018), tipo de sêmen, sexado ou convencional (NASCIMENTO *et al.*, 2015), e o touro utilizado (MOROTTI *et al.*, 2014) influenciam na PIVE.

Espera-se com o presente estudo, identificar quais fatores que podem interferir na PIVE e, assim propor estratégias de manejo reprodutivas mais assertivas considerando período do ano para intensificar a produção *in vitro* de embriões bovinos.

Os resultados permitirão uma decisão mais assertiva no período do ano para intensificar a produção *in vitro* de embriões com base na raça e localização geográfica que os animais se encontram.

Dessa forma, objetivou-se, determinar fatores ambientais, genéticos e localização geográfica que impactam a taxa de recuperação de oócitos, qualidade de oócitos e quantidade de embriões bovinos oriundos da produção *in vitro*.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O ano de 2020, foi um ano de muitas incertezas e a produção *in vitro* de embriões teve que se adaptar e Viana (2021) demonstrou que a pandemia teve impacto negativo, afetando principalmente na logística e suprimentos. Entretanto, não houve interrupção dos serviços prestados, mantendo a produção em atividade.

A produção *in vitro* de embriões, é uma biotécnica de grande relevância, que constitui uma série de etapas que vão da obtenção dos oócitos através da fêmea bovina doadora, seleção dos oócitos, maturação *in vitro* (MIV), fecundação *in vitro* (FIV), cultivo *in vitro* (CIV) e transferência do embrião (TE) (PEIXER *et al.*, 2018). E cada etapa é importante para o sucesso da produção *in vitro*, portanto, os fatores que influenciam nestes resultados devem ser avaliados e pontuados.

Um dos principais fatores que interferem na reprodução é a temperatura ambiente, pois é relacionada com estresse do animal e aumento da atividade do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal (HHA) ocasionando diminuição da função reprodutiva (ROCHA *et al.*, 2012). Os fatores climáticos interferem tanto na produção de oócitos quanto na qualidade de oócitos, na produção e qualidade embrionária na relação fêmea doadora ou receptora de embriões (NEVES *et al.*, 2015).

O conforto térmico animal tornou-se fator preocupante nos sistemas produtivos, tendo tamanha importância e influência nos resultados produtivos, reprodutivos e nas respostas fisiológicas do animal. A busca e estudos de índices de estresse térmico ganham notoriedade na biometeorologia zootécnica (RIBEIRO, 2020). Práticas para quantificar o efeito das variáveis ambientais que interferem no estado de conforto dos animais, são utilizadas em índices de classificação de conforto ou desconforto térmico que podem ser aplicados no zoneamento bioclimático (AMARO, 2016).

A maior disponibilidade de dados meteorológicos e sistemas de informações geográficas avançados, tornou-se possível a elaboração do zoneamento de determinadas regiões, entretanto, os zoneamentos bioclimáticos são realizados por meio de uma única variável baseada na experiência e na observação, metódica ou não (CARVALHO *et al.*, 2009; MENDES *et al.*, 2014).

As diferentes características ambientais de criação nas diversas regiões do país, traz o zoneamento bioclimático como auxílio na otimização da criação e tomada de decisão dos pecuaristas na bovinocultura de corte, ao considerar que a zona de conforto

térmico dos animais zebuínos encontra-se na faixa entre 10°C e 27°C, com limite superior de 35°C e umidade relativa do ar variando de 60% a 70% (TAVARES *et al.*, 2016).

## 2.1 Fatores que influenciam a PIVE

### *Raça e Clima*

A quantidade de oócitos coletada via aspiração folicular está correlacionada com a raça do animal (BORGES FILHO *et al.*, 2018). Diferenças na fisiologia reprodutiva entre as raças *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* é relatada por Sartori *et al.* (2016), de maneira geral, não há diferença no número de ondas foliculares no ciclo estral. No entanto, *Bos taurus indicus* tem maior contagem de folículos antrais que proporcionam maior número de oócitos recuperados, além de apresentar maior produção de embriões, e maiores percentuais de oócitos viáveis, número de blastocistos e taxa de blastocisto do que *Bos taurus taurus* (SARTORI *et al.*, 2016).

As diferenças reprodutivas entre taurinos e zebuínos reportadas por Silva, (2012), são a duração do estro, quantidade de folículos que são recrutados e tamanho de folículos. E, ao comparar os índices nas etapas de maturação, fertilização e cultivo, utilizando doadoras de oócitos e touros das raças Holandês e Gir. Concluiu-se que a raça da doadora não interfere no número de oócitos recuperados, tal como a taxa de aproveitamento. A raça da doadora de oócitos e a do touro influenciam nas taxas de clivagem e de blastocisto e, o uso do cruzamento doadora holandesa e touro Gir é mais eficiente para produção de embriões mestiços de filhos de primeira geração.

Ao avaliarem a eficiência da aspiração folicular e da produção *in vitro* de embriões provenientes de doadoras Girolando com sêmen sexado de touros de duas raças, Gir e Holandês. Observou-se que vacas mestiças (Gir x Holandês) apresentaram capacidade como doadoras de oócitos e benefício no sistema de produção *in vitro* de embriões, próximos as vacas zebuínas, independente da raça do touro doador e tipo de sêmen utilizado (GRÁZIA *et al.*, 2016).

Cruvinel (2019) relatou que a correlação fenotípica na seleção de fêmeas Gir e Girolando para melhoramento genético deve ser feita de acordo com a quantidade de oócitos totais produzidos por fêmea, pelo fato dessa aptidão estar altamente correlacionada fenotipicamente com oócitos grau II ( $r = 0,74$ ), oócitos viáveis ( $r = 0,96$ ) e porcentagem de viáveis após o cultivo *in vitro* ( $r = 0,92$ ). O autor concluiu, que fêmeas Girolando

apresentaram melhor desempenho para quantidade e qualidade de oócitos. Assim, foram superiores também na proporção de oócitos viáveis após o cultivo *in vitro*.

A dinâmica folicular entre *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* é diferente, essa variação acontece com o número de ondas de crescimento folicular, número de folículos recrutados por onda, taxa de crescimento e diâmetro máximo do folículo dominante (SILVA, 2012).

Com a preocupação na qualidade oocitária, Chagas *et al.* (2014) conduziram um estudo avaliando fatores anatomofisiológicos que influenciam a qualidade de complexos *cumulus oócitum* (CCOs) de fêmeas *Bos taurus indicus*, separando os ovários por categorias, em nulípara e multípara e diante dos resultados encontrados, demonstraram que a categoria da doadora e a progesterona não influenciaram a qualidade de CCOs e que folículos menores apresentam CCOs de melhor qualidade.

Comparando o desempenho de fêmeas Gir e Girolando, avaliando o número e qualidade dos oócitos foi observado melhores resultados no desempenho da raça Girolando, exibindo valores de  $32,20 \pm 14,51$  para oócitos totais,  $26,91 \pm 12,37$  oócitos viáveis,  $3,53 \pm 3,90$  oócitos grau I. Ao passo que, a raça Gir apresentou  $25,28 \pm 13,22$  oócitos totais,  $21,31 \pm 11,94$  oócitos viáveis e  $2,24 \pm 3,36$  oócitos de grau I. Ressaltando que uma característica bastante positiva para o melhor desempenho da raça Girolando é a heterose (CRUVINEL, 2019).

Watanabe *et al.* (2017) observaram que fêmeas bovinas Nelore e Gir tiveram maior número de oócitos coletados através da aspiração folicular do que fêmeas bovinas da raça Senepol e Holandês.

O Brasil destaca-se na criação bovinos, e com a ocorrência de mudanças climáticas deve-se levar em conta o bem-estar dos animais para que possam desempenhar alta produção, uma vez que fatores climáticos exercem influência direta na queda de produção (TRINDADE, 2022).

Animais zebuínos possuem características morfológicas que se adaptam a altas temperaturas, entretanto, este fato gera alterações no balanço energético negativo o que gera condição de escore corporal baixa, estresse ao realizar a troca de calor para ambiente (homeotérmicos), maior perda embrionária, anestro, cio silencioso e interferência na qualidade de oócitos (CRUZ, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2012; SOARES *et al.*, 2021).

O Brasil apresenta seis tipos de clima com grande diversidade, sendo clima equatorial úmido, clima tropical semiárido, clima tropical de altitude, clima subtropical

úmido, clima litorâneo úmido e por fim o clima tropical que é predominante nas regiões Centro-Oeste, Sudeste, Nordeste e Estado do Tocantins (TERRA *et al.*, 2010).

Ao comparar os efeitos de estresse térmico no desenvolvimento, qualidade e sobrevivência de oócitos de fêmeas bovinas *Bos taurus* e *Bos indicus*, Silva *et al.* (2013), observaram que oócitos submetidos ao estresse térmico apresentaram redução no desenvolvimento de blastocistos em *Bos taurus taurus* em relação a *Bos taurus indicus*. Ao final concluíram que os efeitos do estresse térmico foram dependentes da raça, sendo mais evidentes em embriões *Bos taurus taurus*.

A produção de oócitos viáveis comparados a espécies de bovinos taurino e zebuíno durante a estação seca e chuvosa, demonstrou a expectativa 2,2 vezes maior dos zebuínos de produzirem células do cumulus viáveis na estação seca, com relação aos taurinos (NAVES, 2020).

Entretanto, Morotti *et al.* (2021) analisaram que, apesar dos avanços nas pesquisas relacionadas a fisiologia reprodutiva da fêmea existem alguns aspectos desconhecidos, principalmente a população folicular e a influência com a fertilidade do rebanho bovino. Apesar dos muitos estudos sobre população folicular, as razões para as diferenças no número de folículos antrais em bovinos e a relação com a fertilidade e com a eficiência das biotécnicas necessitam de mais investigações (SENEDA, 2012).

### *Estação do ano e Localização geográfica*

Carneiro *et al.* (2019), confirmaram a influência da estação do ano na qualidade dos oócitos, sendo os meses de baixa temperatura mais favoráveis. Fêmeas da raça Senepol apresentaram menor taxa de blastocistos nas estações outono e inverno, e a raça Holandês menor taxa de blastocistos na estação verão (WATANABE *et al.*, 2017). Estudo com a raça Sindi de 24 meses a 72 meses de idade demonstraram maior produção de oócitos recuperados e viáveis na estação chuvosa, por aspiração folicular *in vivo* (MELLO *et al.*, 2016).

Fialho *et al.* (2018) analisaram parâmetros fisiológicos e viabilidade oocitária de fêmeas das raças Girolando e Pantaneira localizadas na região entre o Cerrado e Pantanal brasileiro. Após a aspiração folicular em diferentes condições climáticas, constataram que os parâmetros fisiológicos e viabilidade oocitária de fêmeas das raças Girolando e Pantaneira não foram afetados negativamente por índice de temperatura e umidade entre 72 e 78. Porém, o efeito do estresse crônico foi observado sobre a viabilidade oocitária

da raça Pantaneira.

Situações de estresse térmico, trazem alterações e prejuízos para o processo reprodutivo, tanto em monta natural ou na inseminação artificial, desencadeiam quantidade e qualidade oocitária inferior e menores chances de sobrevivência do embrião (SOARES *et al.*, 2021). A duração do estro em fêmeas em zona de conforto é de 14 a 18 horas, já em situação de estresse térmico reduz até 10 horas (MARCHEZAN, 2013). Oliveira *et al.* (2012) reportaram que o estresse térmico reduz o peso do corpo lúteo, causando queda na produção de progesterona, permitindo a liberação de PGF $2\alpha$  que promove a lise do corpo lúteo e de modo consequente a morte embrionária.

Nas regiões tropicais e subtropicais ocorrem diferença climática com a altitude, alguns metros podem provocar mudanças no ambiente, portanto, a relação da altitude com a temperatura é de suma importância para estas regiões. E, determinado relevo pode apresentar taxa de variação da temperatura, o ar sofre alterações com a altitude, latitude e longitude (FRITZSONS *et al.*, 2016).

O Brasil possui um território com grande extensão latitudinal, através da latitude observa-se as zonas climáticas, quanto menor for a latitude maior será a proximidade com a linha do Equador e sendo mais próximo a linha do Equador terá temperaturas mais elevadas e ao contrário temperaturas menores. Latitude é a distância de um ponto qualquer da superfície terrestre em relação a linha do equador. É medida em graus e varia de 0° até 90° norte ou sul, a linha do equador divide o planeta terra em dois hemisférios norte e sul.

A longitude tem como referência o Meridiano de Greenwich e varia de 0° até 180° leste ou oeste e descreve a localização de um lugar na terra (GUITARRARA, 2023).

A associação da altitude com a temperatura é bastante relevante, principalmente para regiões tropicais e subtropicais, ocorrendo uma diferença na altitude de centenas de metros causando mudanças no ambiente. E, a temperatura do ar sofre alterações com altitude, latitude e longitude em função do relevo (FRITZSONS *et al.*, 2016).

Entender a formação do clima do Brasil com extremos em 73° 59' 32" W a 34° 47' 30" W de longitude, e 5° 16' 20" N a 33° 45' 03" S de latitude, é de suma importância pois afeta a atividade diária dos animais e pessoas, caracterizando e avaliando os principais fatores climáticos e meteorológicos (MARTINS, 2022).

As mudanças climáticas acarretam grandes prejuízos aos animais de produção, principalmente os criados a pasto, ocorrendo menor capacidade das funções reprodutivas e produtivas do rebanho. A correlação de estudos voltada as variações climáticas

promovem à sustentabilidade (NEVES et al., 2015).

Durante o ano ocorrem quatro estações, outono que compreende de 20 de março a 21 de junho com dias mais curtos e mais frescos, inverno de 21 de junho a 22 de setembro, predominando dias curtos e bastante frio. Primavera de 22 de setembro a 21 de dezembro, quando os dias voltam a ser mais longos e quentes, e por fim o verão de 21 de dezembro a 20 de março, sendo caracterizada como a época mais quente do ano (INMET, 2021).

As alterações de fotoperíodo no decorrer do ano são avaliadas principalmente pela variável ambiental nos climas temperados, no tempo em que os ciclos anuais de chuvas influenciam na maior oferta e qualidade de forragem e este sendo os fatores preponderantes em regiões tropicais. Essas variáveis ao atingirem determinados níveis, faz com que ocorra a mudança de hábito alimentar dos animais, diminuição do metabolismo basal, uma condição mais restrita a reprodução em determinada época (BETTIOL *et al.*, 2017).

Na maior parte do Brasil, os pecuaristas consideram a forragem como principal fonte de alimento para ruminantes, sendo mais econômica, principalmente para a bovinocultura de corte (SOCREPPA *et al.*, 2015). As forrageiras tropicais têm produção relativa à estação do ano, as estações secas e chuvosas são bem definidas ao longo do ano. No período das águas há alta quantidade e qualidade da forragem e no período seco o inverso (SILVA *et al.*, 2015). Embora a composição bromatológica da forragem apresenta melhor qualidade e quantidade no período chuvoso, é importante ressaltar que, o manejo inadequado pode causar redução da quantidade e qualidade, maior proporção de colmos, e baixa densidade de folhas e elevada fração fibrosa (RIBEIRO & BARBERO, 2022).

Entende-se que o estresse térmico causa inúmeras influências negativas na reprodução e produção destes animais. Buscar alternativas de manejo que possam reduzir esses estresses proporciona melhor produtividade e bem-estar animal. Melhorias na nutrição, instalações e modificações no manejo proporcionam melhor conforto térmico (COSTA *et al.*, 2015).

Pires (2019), constatou resultados bastante satisfatórios nas taxas de recuperação de oócitos de doadoras da raça Senepol, tendo uma variação entre doadoras e apresentando melhores taxas nos meses de fevereiro, março e abril.

## REFERÊNCIAS

AMARO, A. L. N. Zoneamento bioclimático do conforto humano para o Estado de Minas Gerais com base no Índice de Temperatura e Umidade. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Automação, Lavras, Minas Gerais, 2016.

BARUSELLI, P. S. IATF supera dez milhões de procedimentos e amplia o mercado de trabalho. *Revista CFMV*, v. 22, n. 69, p. 57-60, 2016.

BERTOLINI, M.; BERTOLINI, L.R. Avanços nas tecnologias reprodutivas em bovinos: da inseminação artificial á clonagem. **Revista de la Faculta de Medicina Vetterinária y de Zootecnia**, v.56, p.184-194, 2009.

BETTIOL, W.; HAMADA, E. et al. Aquecimento global e problemas fitossanitários. Brasília, DF, 2017, Embrapa Meio Ambiente. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

BORGES FILHO, G. N. **Taxa de concepção e gestação de embriões produzidos *in vitro*, transferidos a fresco ou criopreservado, em vacas e novilhas. Nelore**. 2018. 46f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

CARVALHO, V.F.; YANAGI JUNIOR, T. et al. Zoneamento do potencial de uso de sistemas de resfriamento evaporativo no sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.358-366, 2009.

CARNEIRO, I.M.B.; SANTANA, A.L.A. et al. Oócitos bovinos: influência das estações do ano e maturação *in vitro* em meio enriquecido com quercetina, **Revista Magistra**, v.39, p.34-142, 2019.

CRUVINEL, M.L. **Recuperação de oócitos em doadoras Gir e Girolando**. 2019. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos.

COSTA, A,N,L.; FEITOSA, J.V. et al. Rectal temperatures, respiratory rates, production, and reproduction performances of crossbred Girolando cows under heat stress in northeastern Brasil. **International Journal Biometerol**, v.59, p.1647-1653, 2015.

CRUZ, L.V.; ANGRIMANI, D.S.R. et al. Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.16, p.1-18, 2011.

CHAGAS, M, V.; SILVA E VIDAL, M.A. et al. Fatores anatomofisiológicos que afetam a qualidade oocitária em bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.34, p.34-38, 2014.

COSTA, Diego et al. Influência do estresse calórico na fisiologia hormonal de bovinos. ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido, Patos, 2015. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/662>. Acesso em: 22 set. 2022.

FIALHO, A.L.L.; SOUZA-CÁCERES, M.B. et al. Efeito do estresse térmico calórico agudo e crônico sobre a qualidade oocitária de bovinos de raças adaptadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia**, v.70, p.64-72, 2018.

FRITZSONS, L.; MANTOVANI, L.E. et al. Relação entre altitude e temperatura: Uma contribuição ao zoneamento climático no estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.18, p.1-13, 2016.

GRÁZIA, J. G. V.; PEREIRA, E.C.M. et al. Desempenho de doadoras leiteiras mestiças F1 (Gir x Holandês) no sistema de produção *in vitro* de embriões. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, p.605-610, 2016.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Estação do ano. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/paginas/estacoes>> Acesso em: 05/10/2022.

LUEDKE, F.E.; LAVACH, F.L. et al. Aspectos da produção *in vitro* de embriões bovinos no Brasil – Revisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.25, p.120-132, 2019.

MACEDO, G.G.; SILVA, E.V. et al. O estresse por calor diminui a fertilidade de fêmeas bovinas por afetar o desenvolvimento oocitário e o embrinário. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.38, p.80-85, 2014.

MARTINS, C.A. **Fatores climáticos e sistemas meteorológicos que atuam sobre o Brasil – Uma revisão Bibliográfica**. 2022. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) – Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MARCHEZAN, Wilian Miguel. Estresse térmico em bovinos leiteiros. 2013. Monografia (Especialização em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

MELLO, R.R.C.; FERREIRA, J.E. et al. Produção *in vitro* (PIV) de embriões em bovinos. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.40, p.58-64, 2016.

MELLO, R.R.C.; MELLO, M.R.B. et al. Parâmetros da produção *in vitro* de embriões da raça Sindi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.1773-1779, 2016.

MENDES, A.M.P.; AZEVEDO, M. et al. Zoneamento bioclimático para a raça ovina Dorper no Estado de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.986-993, 2014.

MOROTTI, F.S.; PONTES, B.V. et al. Pregnancy rate and birth rate of calves from a large-scale IVF program using reverse-sorted sêmen in *Bos indicus*, *Bos indicus-taurus* and *Bos taurus* cattle. **Theriogenology**, v.81, p.696-701, 2014.

MOROTTI, F.; CAMARGO, S.H. et al. **Contagem de folículos antrais: relação com a eficiência das biotécnicas e fertilidade**. Anais do XXIV Congresso Brasileiro da Reprodução Animal e VIII International Symposium on Animal Biology of Reproduction- Joint Meeting, Belo Horizonte, MG, 13 a 22 de outubro de 2021.

MORRIS, D.G; DISKIN, M. G. et al. Biotechnology in cattle reproduction. **Agriculture and food development authority**, v.1, o.1-13, 2001.

NASCIMENTO, P.S.; CHAVES, M.S. et al. Produção *in vitro* de embriões utilizando-se sêmen sexado de touros 5/8 Girolando. **Ciência Animal Brasileira**, v.16, p.358-368, 2015.

NAVES, C.A. **Influência do ambiente na qualidade de oócitos, produção *in vitro* de embriões e na taxa de prenhez em taurinos, zebuinos e adaptados**. 2020. 41f.Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Goiás.

NEVES, S.; SOUZA, K.L.S. et al. Influência das condições climatológicas nas variáveis reprodutivas de fêmeas bovinas da raça Nelore. **IX EPCC-Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar**, v.9, p.4-8, 2015.

OLIVEIRA, Marivaldo da Silva; TIBURCIO, Mateus; FERREIRA, Solange Gomes Colhada. Influência do estresse térmico sobre a reprodução de bovinos de corte. In: VI MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2012, Maringá. Anais. São Paulo: CESUMAR, 2012. Disponível em: [http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/vi\\_mostra/marivaldo\\_silva\\_oliveira\\_d](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/vi_mostra/marivaldo_silva_oliveira_d). Acesso em 22 de set. 2022.

PEIXER, P.F; SANTOS, K.J.G.S. et al. Produção *in vitro* de embriões bovinos. **Revista Espacios**, v.39, p.1-16, 2018.

PINHEIRO, A.K.; CARNEIRO JUNIOR, J.M. et al. Parâmetros produtivos e genéticos da produção *in vitro* de embriões Nelore ao Estado do Acre. **Research, Society and Development**, v.11, p.1-12, 2022.

PIRES, A.P.A. **Performace de doadoras Senepol após OPU e CIV: Taxas de recuperação de oócitos**. 2016. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos.

RIBEIRO, B.C.G. Zoneamento bioclimático para bovinos leiteiros no Estado de Minas Gerais. 2020.14f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2020.

RIBEIRO, A.C.C.; BARBERO, R. P. Suplementação para bovinos de corte na estação chuvosa: **Revisão. Brazilian Journal of Animal and Enveronmental Research**, v.5, p.625-636, 2022.

ROCHA, D.R.; SALLES, M.G.F. et al. Imacto do estresse térmico na reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.36, p.18-24, 2012.

SARTORI, R.; GIMENES, U. L. et al. Metabolic and endocrine diferences between. *Bos taurus* and *Bos indicus* females that impact the interaction of nutition with reproduction. **Theriogenology**, v.86, p.3240, 2016.

SCANAZES, A.L.; CAMPOS, C.C.et al. Taxa de prenhez e de perda de gestação em

receptoras de embriões bovinos produzidos *in vitro*. **Arquivo Brasileiro Veterinário e Zootecnia**, v. 65, p.722-728, 2013.

SENEDA, M.M. **Evento: 2º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada**. 2012, v.2, p.172-180, 2012. <http://www.geraembryo.com.br/artigos/situacao-atual-da-aspiracao-folicular-e-da-fecundacao-vitro>.

SILVA, A.P.T.B.; MELLO, R.R. et al. Efeito do acasalamento entre a doadora e o touro (Holandês versus Gir) na produção *in vitro* de embriões bovinos. **Animal Brasil**, v.72, p.51-58, 2015.

SILVA, C.F.; SARTORELLI, E.S. et al. Effects of heat stress on development, quality and survival of *Bos indicus* and *Bos taurus* embryos produced *in vitro*. **Theriogenology**, v.79, p.351-357, 2013.

SILVA, B.T.P.A. **Efeito da raça da doadora e do touro (Holandesa e Gir) na produção *in vitro* de embriões bovinos**. 2012. 45f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

SOARES, S.R.V.; REIS, B.R. et al. Fatores de influência sobre o desempenho reprodutivo em vacas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.73, p.451-459, 2021.

SOCREPPA, L.M.; MORAES, E. H.B.K. et al. Glicerina bruta para bovinos de corte em pastejo no período das águas: viabilidade produtiva e econômica. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, p.232-243, 2015.

TAVARES, G.F.; CARNEVSKIS, E.L. Zoneamento bioclimático para bovinos de corte no Brasil com o auxílio de distemas inteligentes. **Journal Animal Behav biometeorol**, v.4, p.116-123, 2016.

TERRA, L.; ARAÚJO, R. Et al. Conexões- Estudos de Geografia Geral e do Brasil. São Paulo: Moderna, 2010.

TRINDADE, R.E. **O efeito da mudança climática na fisiologia da reprodução na vaca zebuína criada no sistema extensivo no Brasil**. 2022. 21f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos.

VIANA, J.H.M. Impacto da pandemia no mercado de embriões no Brasil. **Jornal O embrião**, n.67, p.12-18, 2021.

WATANABE, Y.F.; SOUZA, A. H. et al. Number of oocytes retrieved per donor during OPU and its relationship with *in vitro* embryo production and field fertility following embryo transfer. **Animal Reproduction**, v.14, n.3, p.635-644, 2017.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Determinar fatores ambientais, localização geográfica e genéticos que impactam a taxa de recuperação de oócitos, qualidade de oócitos, e quantidade de embriões bovinos oriundos da produção *in vitro*.

### **Objetivos Específicos**

Avaliar o efeito da raça da doadora sobre a taxa de recuperação de oócitos, qualidade de oócitos e quantidade da produção de embriões bovinos oriundos da produção *in vitro*;

Analisar os efeitos estação do ano sobre a taxa de recuperação de oócitos, qualidade de oócitos e quantidade da produção de embriões bovinos oriundos da produção *in vitro*;

Avaliar a localização geográfica e altitude sobre a taxa de recuperação de oócitos, qualidade de oócitos e quantidade da produção de embriões bovinos oriundos da produção *in vitro*.

## CAPÍTULO II - EFEITOS AMBIENTAIS E GENÉTICOS AFETAM A PRODUÇÃO *IN VITRO* DE EMBRIÕES BOVINOS

### RESUMO

Pesquisas têm sido conduzidas para entender os fatores que interferem na eficiência da produção e transferência de embriões bovinos. A investigação de diferentes tratamentos, influências e estratégias que possam melhorar a qualidade oocitária das doadoras, tem o intuito de tornar os processos mais eficientes e viáveis, mesmo sob condições adversas. Dessa forma, objetivou-se avaliar dados retrospectivos da produção *in vitro* de embriões (PIVE) bovinos, a fim de identificar fatores ambientais (estação do ano e localização geográfica) e genéticos (raça da doadora) que impactam a taxa de recuperação e qualidade de oócitos, quantidade e qualidade de embriões oriundos da produção *in vitro*. Este estudo retrospectivo não controlado e exploratório analisou dados disponibilizados pela empresa Samvet Embriões®. Registros da PIVE das raças bovinas Nelore, Brahman, Brangus, Girolando, Gir, Guzolando, Holandês, Jersey, Pardo-Suíço, Senepol e Tabapuã, disponíveis em planilha do Microsoft Excel®, foram examinados no período de 2017 a 2021. Avaliou-se o efeito da estação do ano, raça da doadora e localização geográfica sobre a produção *in vitro* de embriões bovinos. As variáveis analisadas foram: qualidade oocitária quanto ao grau (I, II, III), proporção em grau I (Pgi), II (Pgii) e III (Piii), número de oócitos não viáveis (NV), porcentagem de oócitos não viáveis (Pnv), número de oócitos viáveis (V), proporção de produção de oócitos (OV), número total de oócitos (TOTAL), número de clivados (CLI), porcentagem de clivados (Pcli), número de oócitos maturados *in vitro* (MIV), quantidade de embriões produzidos (EP) e porcentagem de embriões produzidos (Pembriao). A interação entre estação do ano e raça, a interação entre localização geográfica e altitude exerceram efeito na produção de oócitos totais e viáveis. A produção de oócitos grau I e grau III foram semelhantes entre as estações do ano, porém, a produção de grau III foi maior no verão do que no inverno. Dessa forma, fatores ambientais, genéticos e localização geográfica impactaram a taxa de recuperação de oócitos, qualidade de oócitos e quantidade de embriões.

**Palavras-Chave:** Estação do ano, fertilização *in vitro*, localização geográfica.

## ABSTRACT

Research has been conducted to understand the factors that affect the efficiency and transfer of bovine embryos. The investigation of different treatments, influences and strategies that can improve the oocyte quality of donors, aims to make processes more efficient and viable, even under adverse conditions. Thus, the objective was to evaluate retrospective data from the *in vitro* production of bovine embryos (IVP), to identify environmental (season and geographic location) and genetic (donor breed) factor that impact the recovery rate and quality of oocytes, quantity, and quality of embryos from *in vitro* production. This retrospective, uncontrolled and exploratory study analyzed data made available by the company Samvet Embriões<sup>®</sup>. Five records of cattle breeds: Nelore, Brahman, Brangus, Girolando, Holstein, Jersey, Brown-Swiss, Senepol and Tabapuã, available in a Microsoft Excel<sup>®</sup>, were examined from 2017 to 2021. The season effect, donor breed and geographic location on the *in vitro* production of bovine embryos was evaluated. Regarding the variables: Oocyte quality in terms of grade I, grade II, grade III, proportion in grade I (Pgi), proportion in grade II (Pgii), proportion in grade III (Pgiii), number of non-viable oocytes (NV), percentage of number of non-viable oocytes (Pnv), number of viable oocytes (V), proportion of oocyte production (OV), Total number of oocytes (TOTAL), number of cleaved (CLI), percentage of cleaved (Pcli), number of *in vitro* matured oocytes (IVM), number of produced embryos (EP), and percentage of produced embryos (Pembriao) were also evaluated. The interaction between season of the year and race, as well as the interaction between geographic location and altitude, influence the production of total and viable oocytes. Grade I and grade III oocyte production are similar between seasons, but grade III production is greater in summer than in winter. Thus, environmental, genetic, and geographic location factors impact the oocyte retrieval rate, oocyte quality and embryo quantity.

**Key words:** Seasons of the year, *in vitro* fertilization, geographic location.

## 1. INTRODUÇÃO

Com a expansão do rebanho bovino brasileiro, tem-se buscado cada vez mais ferramentas que possam trazer maior eficiência em escala produtiva, utilizando o melhoramento genético associado com a implementação de biotecnologias reprodutivas que melhoram os indicadores zootécnicos e aumentam a produtividade e lucratividade da bovinocultura de corte e leite (COELHO *et al.*, 2021).

A utilização da PIVE apresenta desafios como o baixo número de embriões viáveis produzidos (SCANAZEZ *et al.*, 2013). Além disso, fatores ambientais interferem na qualidade inferior de oócitos e menor chance de sobrevivência embrionária (SOARES *et al.*, 2021), condições de cultivo *in vitro*, condições fisiológicas da doadora e efeito do touro (SILVA *et al.*, 2015; MELLO *et al.*, 2016; PINHEIRO *et al.*, 2022).

Polsky *et al.* (2017) relataram que os efeitos das altas temperaturas ambientais nos animais de produção, antes limitados às áreas tropicais, estenderam-se às latitudes do Norte devido ao aumento da temperatura global. Também destacaram que as altas temperaturas exercem influência na atividade reprodutiva, principalmente em vacas leiteiras e que o monitoramento constate dos efeitos climáticos tornam-se imprescindíveis para manter o equilíbrio ambiental e animal. É importante ressaltar que a lucratividade e rentabilidade da produção animal são direcionadas com a eficiência reprodutiva do rebanho. Técnicas que aprimorem a eficiência reprodutiva são indispensáveis para eficácia e aumento do melhoramento genético do rebanho (SILVA & SENEDA, 2021).

Espera-se com o presente estudo, identificar quais são os fatores que podem influenciar a PIVE no intuito de propor estratégias de manejo reprodutivo. Os resultados auxiliarão em decisão mais assertiva quanto ao período do ano para intensificar a produção *in vitro* de embriões baseada na raça e localização geográfica em que os animais se encontram.

Dessa forma, objetivou-se, determinar fatores ambientais, genéticos e localização geográfica que impactam a taxa de recuperação de oócitos, qualidade de oócitos e quantidade de embriões bovinos oriundos da produção *in vitro*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Dados da produção *in vitro* de embriões entre 2017 e 2021 foram disponibilizados pela empresa Samvet Embriões® (Morrinhos, Goiás, Brasil) por meio de planilha do Microsoft Excel®. Trata-se, portanto, de um estudo retrospectivo não controlado.

O banco de dados original continha 6411 observações com as seguintes informações: datas das aspirações foliculares (n = 6411), nome do proprietário e cliente (n = 6409), nome da doadora, raça da doadora (n = 6408), registro da doadora (n = 6403), nome do touro que foi utilizado na FIV (n = 6407), raça do touro (n = 6408), registro do touro (n = 6392), data da partida da dose de sêmen do touro (n = 6281), central da dose de sêmen (n = 6241), tipo de sêmen (convencional ou sexado, n = 6363), classificação da qualidade oocitária em grau I (n = 6256), grau II (n = 6257) e grau III (n = 6256), número de oócitos viáveis (n = 6387), número de oócitos maturados *in vitro* (n = 6406), número de embriões produzidos (n = 6411), vitrificados (n = 6408), envasados (n = 6408), número de embriões transferidos (n = 6411) e quantidade de prenhez no primeiro diagnóstico após 30 dias (n = 6411).

Após avaliação e seleção das informações relevantes do banco de dados, acrescentou-se informações sobre a estação do ano e a localização geográfica da cidade em que foram realizadas as aspirações foliculares. As estações do ano foram estabelecidas de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia, e a estação outono compreende de 20 de março a 21 de junho, inverno de 21 de junho a 22 de setembro, primavera de 22 de setembro a 21 de dezembro e verão de 21 de dezembro a 20 de março (INMET, 2021). A localização geográfica das cidades foi determinada usando os nomes dos proprietários e clientes. Essas informações foram complementadas com os códigos dos municípios, além de dados de latitude, longitude e altitude. (IBGE, 2022).

Informações específicas sobre a PIVE foram inseridas como variáveis: proporção em grau I (Pgi) calculada a partir do número de grau I e dividido pelo número total de oócitos, proporção em grau II (Pgi) calculada a partir do número de grau II e dividido pelo número total de oócitos e proporção em grau III (Pgi) calculada a partir do número de grau III e dividido pelo número total de oócitos. Porcentagem de número de oócitos não viáveis (Pnv) calculado a partir do número de oócitos não viáveis e dividido pelo número total de oócitos e multiplicado por cem, proporção de oócitos viáveis (OV) calculado pelo número de oócitos viáveis e dividido pelo número de oócitos total,

porcentagem de oócitos clivados (Pcli), calculado pelo número de clivados dividido pelo número de oócitos maturados *in vitro* e multiplicado por cem, porcentagem de embriões produzidos (Pembriao) calculado pelo número de embriões e dividido pelo número de oócitos maturados *in vitro* e multiplicado por cem.

O banco de dados utilizado para análise contou com 6403 observações; latitude, longitude e altitude (n = 6374); raça da doadora e raça do touro (n = 6402); central (n = 6216); sêmen (n = 6357); classificação da qualidade oocitária grau I (n = 6249), grau II (n = 6250) e grau III (n = 6249); Pgi, Pgii e Pgiii (n = 6258); número de oócitos viáveis (N.V.; n = 6242), porcentagem de número de oócitos viáveis (Pnv; n = 6258), número total de oócitos (TOTAL; n = 6258), número de oócitos viáveis (V; n = 6258), porcentagem de oócitos viáveis (OV; n = 6257), número de oócitos maturados *in vitro* (MIV; n = 6380), número de oócitos clivados (CLI; n = 6357), porcentagem de clivados (Pcli; n = 6380), número de embriões produzidos (EP; n = 6380) e porcentagem de embriões produzidos (Pembrião; n = 6380).

O Quadro 1 mostra os valores mínimos, médios e máximos dos fatores analisados nos modelos estatísticos, enquanto a Tabela 1 apresenta a quantidade de observações dos fatores analisados nos modelos estatísticos.

**Quadro 1** - Valores mínimos, médios e máximos dos fatores analisados nos modelos estatísticos.

Valores Mínimo	Localização geográfica		
	Latitude	Longitude	Altitude
Mínimo	- 49,99	- 52,55	258,3
Médio	- 20,51	- 46,08	752,3
Máximo	- 15,24	- 16,26	957,5

Min. = Mínima; Méd. = Média; Máx. = Máximo.

**Tabela 1** - Quantidade de observações dos fatores analisados nos modelos estatísticos.

Cidade	Raça	Central	Estação do ano	Tipo de sêmen
1 (2669)	Nelore (593)	A (1956)	Inverno (1523)	Convencional (752)
2 (486)	Brahman (214)	B (892)	Outono (1416)	Sexado (5177)
3 (477)	Girolando (1770)	C (657)	Primavera (1777)	
4 (375)	Gir (2960)	D (640)	Verão (1213)	
5 (249)	Holandês (194)	E (568)		
6 (236)	Senepol (120)	F (526)		
7 (1437)	Outras (78)	G (690)		
<b>Total 5693</b>	<b>5929</b>	<b>5929</b>	<b>5929</b>	<b>5929</b>

Um primeiro modelo estatístico foi criado com as variáveis GI, Pgi, GII, Pgi, GIII, Pgiii, N/V, Pnv, TOTAL, V, OV com efeito estação do ano, latitude, longitude, altitude, raça da doadora. Um segundo modelo foi desenvolvido com as variáveis MIV, CLI, Pcli, EP, Pembriao com efeito estação do ano, latitude, longitude, altitude, cruzamento entre as raças (cross), central e tipo de sêmen (sexado ou convencional).

Os resultados das observações foram obtidos através de análises estatísticas utilizando o software R Core Team<sup>®</sup> (2021). Analisou-se diferentes modelos para determinação dos efeitos da estação, raça da doadora, raça do touro, central, latitude, longitude e altitude e tipo de sêmen sobre as variáveis analisadas. O melhor modelo foi escolhido utilizando a função análise de variância (ANOVA) do pacote CAR e pacote lrttest com pacote lmttest, submetendo ao modelo Generalized Linear Model ou Modelo Linear Generalizado (GLM).

Para cálculo de médias utilizou-se o pacote emmeans dos quadrados mínimos com a função emmeans, no teste dos modelos de distribuição a estatística de dispersão nas variáveis com modelo linear (Family = Poisson) no glm, modelo binominal negativo (nb), assumindo que os dados têm distribuição binominal negativa e também utilizou o modelo de zero inflados zeroinfl (dist = "Poisson") e zeroinfl (dist = "neglin") na escolha das variáveis que entram no modelo. Utilizou o Teste de Tukey a 5% de significância, ou seja, comparando todos os possíveis pares de médias e baseia-se na diferença mínima significativa. A Tabela 2, mostra os modelos e pacotes que foram utilizados para testagem da modelagem.

Realizou-se também a correlação através dos pacotes complot, RcmdrMisc com "Pearson" e a análise de componentes principais (PCA) com pacotes FactoMineR e pacote Factoesctra, utilizando os quatro primeiros componentes ou dimensões por reterem mais de 70% da variância.

**Tabela 2** - Modelos e pacotes para determinação dos efeitos sobre as variáveis respostas.

Variável	Modelo	Pacote
GI	Zeroinfl(formula=GI~estacao*racadoadora+LATs*Longs*ALTs/estacao*racadoadora+LATs*LONGs*ALTs,data=dt2,dist="negbin")	CAR, MASS,PS CL
GII	zeroinfl(formula=GII~estacao*racadoadora+LATs*Longs*ALTs/estacao*racadoadora+LATs*LONGs*ALTs,data=dt2,dist="negbin")	CAR, MASS,PS CL
GIII	Zeroinfl(formula=GIII~estacao*racadoadora+LATs*Longs*ALTs/estacao*racadoadora+LATs*LONGs*ALTs,data=dt2,dist="negbin")	CAR, MASS,PS CL
Pgi	zeroinfl(formula=round(Pgi*100,0)~estacao*racadoadora+LATs*Longs*ALTs/estacao*racadoadora+LATs*LONGs*ALTs,data=dt2,dist="negbin")	
Pgii	zeroinfl(formula=round(Pgii*100,0)~estacao*racadoadora+LATs*Longs*ALTs/estacao*racadoadora+LATs*LONGs*ALTs,data=dt2,dist="negbin")	CAR, MASS,PS CL
Pgiii	zeroinfl(formula=round(Pgiii*100,0)~estacao*racadoadora+LATs*Longs*ALTs/estacao*racadoadora+LATs*LONGs*ALTs,data=dt2,dist="negbin")	CAR, MASS,PS CL
V	glm.nb( formula = V~ estacao * racadoadora + LATs * LONGs * ALTs, data = dt2, init.theta = 2.502126866, link = log)	CAR, MASS,PS CL
N.V	glm.nb( formula = N.V~ estacao * racadoadora + LATs * LONGs * ALTs, data = dt2, init.theta = 2.334804206, link = log)	CAR, MASS,PS CL
Total	glm.nb( formula = TOTAL~ estacao * racadoadora + LATs * LONGs * ALTs, data = dt2, init.theta = 2.72766015, link = log)	CAR, MASS,PS CL
Pnv	glm.nb( formula = Pnv ~ estacao * racadoadora + LATs * LONGs * ALTs, data = dt2, init.theta = 2.420834202, link = log)	CAR, MASS,PS CL
OV	glm.nb( formula = OV~ estacao * racadoadora + LATs * LONGs * ALTs, data = dt2)	CAR, MASS,PS CL
CLI	glm.nb( formula = CLI ~ estacao * racadoadora + LATs * LONGs * ALTs, data = dt2, init.theta = 2.033818173, link = log)	CAR, MASS,PS CL
Pcli	glm.nb( formula = Pcli~ estacao * racadoadora + LATs * LONGs * ALTs, data = dt2, init.theta = 4.160461343, link = log)	CAR, MASS,PS CL
MIV	glm.nb( formula = MIV~ estacao * racadoadora + LATs * LONGs * ALTs, data = dt2, init.theta = 2.758340285, link = log)	CAR, MASS,PS CL
EP	glm.nb( formula = EP ~ estacao * racadoadora + LATs * LONGs * ALTs, data = dt2, init.theta = 1.25311667, link = log)	CAR, MASS,PS CL
Pembrião	glm.nb( formula = round(Pembriao * 100,0) ~ estacao * racadoadora + LATs * LONGs * ALTs, data = dt2, init.theta = 1.16254259, link = log)	CAR, MASS,PS CL

GI = Grau I; GII = Grau II; GIII = Grau III; Pgi = Proporção de grau I; Pgii = Proporção de grau II; Pgiii = Proporção de grau III; V = Número de oócitos viáveis; N.V = Número de oócitos não viáveis; Total = Número total de oócitos; Pnv = Porcentagem de oócitos não viáveis; OV = Proporção de oócitos viáveis; CLI = Número de clivados; Pcli = Porcentagem de oócitos clivados; MIV = Número de oócitos maturados *in vitro*; EP = Número de embriões produzidos; Pembrião = Porcentagem de embriões.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta as mínimas, médias, medianas e máximas das variáveis grau (I, II, III), proporção de grau (I, II, III), número de oócitos não viáveis, porcentagem de oócitos não viáveis, número total de oócitos, número de oócitos viáveis, proporção de oócitos viáveis, número de oócitos maturados *in vitro*, número de clivados, porcentagem de oócitos clivados, número de embriões produzidos e porcentagem de embriões.

**Tabela 3** - Valores mínimos, médios, mediana e máximos das variáveis grau I, II, III, proporção grau I, proporção grau II, proporção grau III, número de oócitos não viáveis, número total de oócitos, proporção de oócitos viáveis, maturação *in vitro*, número de clivados, porcentagem de oócitos clivados, número de embriões produzidos, porcentagem de embriões que foram analisados nos modelos estatísticos.

Variáveis	Resultados			
	Mínimo	Média	Mediana	Máximo
Grau I	0,000	0,000	2,357	50,000
Grau II	0,000	10,00	12,81	153,00
Grau III	0,000	7,000	9,675	133,00
Proporção grau I	0,000	0,000	0,076	1,000
Proporção grau II	0,000	0,400	0,406	1,000
Proporção grau III	0,000	0,285	0,330	1,000
Número de oócitos não viáveis	0,000	4,000	5,302	74,000
Porcentagem de oócitos não viáveis	0,000	0,167	0,187	1,000
Número total de oócitos	1,00	25,00	30,14	231,00
Número de oócitos viáveis	0,00	20,00	24,84	231,00
Proporção de oócitos viáveis	0,000	0,833	0,812	1,000
Maturação <i>in vitro</i>	1,00	21,00	25,17	145,00
Número de clivados	0,00	11,00	13,61	99,00
Porcentagem de oócitos clivados	0,000	0,560	0,5433	1,000
Número de embriões produzidos	0,000	5,000	7,211	82,000
Porcentagem de embriões	0,000	0,273	0,292	1,000

A Tabela 4 mostra que o total de oócitos sofreu efeito significativo do fator estação do ano, raça da doadora e na interação estação do ano com raça da doadora, efeito altamente significativo das interações de latitude e altitude, longitude e altitude, bem como na interação latitude, longitude e altitude. No entanto, quanto avaliado separadamente, estes parâmetros, não demonstraram efeito sobre o número total de oócitos. Observou-se que a interação da localização e altitude teve efeito para a obtenção de números de oócitos totais, número de oócitos viáveis e número de oócitos de grau II. Essa

interação relaciona-se com os fatores climáticos e causam efeito na quantidade de oócitos totais, e quantidade de oócitos grau II.

Demonstrado por Naves (2020), efeito do grupo racial versus estação do ano na produção de oócitos totais e oócitos viáveis, no período seco os zebuínos foram superiores aos taurinos. O que reforça o resultado deste trabalho, em que a estação do ano influenciou no número de oócitos de grau II e III, número de oócitos viáveis e número de oócitos totais. A raça da doadora teve efeito no número de oócitos grau I, grau II, grau III, número de oócitos viáveis e número de oócitos totais.

Corroborando com os resultados deste trabalho Naves (2020), reportou efeito da estação do ano no número de oócitos totais e viáveis classificou as estações do ano como seca de abril a setembro e chuvas de outubro a março. Trazendo o efeito da estação do ano sobre a produção de oócitos de doadoras bovinas, a estação seca teve maior produção de número de oócitos totais  $20,5 \pm 0,2$  e número de oócitos viáveis  $16,3 \pm 0,2$  já que a estação chuvosa foi de  $22,9 \pm 0,2$ ,  $18,4 \pm 0,2$  respectivamente.

Berling *et al.* (2022) observaram que vacas holandesas de alta produtividade submetidas ao estresse calórico trinta dias antes da aspiração folicular sofreram influência da temperatura na produção de oócitos ( $P = 0,0012$ ), embriões totais ( $P = 0,0024$ ) e embriões de grau I ( $P = 0,0003$ ), foi constatado que, produzindo menor quantidade de oócitos viáveis. Entretanto, quando estiveram sob estresse térmico no dia 0, as vacas não apresentaram redução no número de oócitos viáveis ( $P = 0,5497$ ).

Neste estudo observou-se interação significativa da latitude, longitude e sobre o número de oócitos viáveis. Conforme Rocha *et al.* (2012), a quantidade de oócitos viáveis está relacionada com o ambiente em que o animal está submetido.

**Tabela 4** - Resultado de *p-value* da análise de variância considerando os efeitos com e sem interação dos fatores: estação, raça da doadora, latitude (LATs), longitude (LONGs), altitude (ALTs) e suas interações nas variáveis grau I, grau II, grau III, número de oócitos viáveis e número total de oócitos.

<b>Resposta</b>	<b>Grau I</b>	<b>Grau II</b>	<b>Grau III</b>	<b>Viáveis</b>	<b>Total</b>
Estação do ano	0,136	2,2 <sup>-16***</sup>	0,000***	0,000***	0,002**
Raça da doadora	1,548 <sup>-14***</sup>	2,2 <sup>-16***</sup>	2,2 <sup>-16***</sup>	2,2 <sup>-16***</sup>	2,2 <sup>-16***</sup>
LATs	0,246	0,002**	0,715	0,712	0,528
LONGs	0,355	0,008**	0,602	0,828	0,965
ALTs	0,736	0,010*	0,012*	0,023*	0,126
Estação: raça da doadora	0,145	4,527 <sup>-09***</sup>	7,842 <sup>-05***</sup>	0,027*	0,025*
LATs: LONGs	0,771	2,443 <sup>-07***</sup>	-	0,249	0,403
LATs: ALTs	0,000***	8,570 <sup>-08***</sup>	-	4,347 <sup>-07***</sup>	5,999 <sup>-08***</sup>
LONGs: ALTs	0,000***	3,590 <sup>-08***</sup>	-	4,366 <sup>-07***</sup>	7,220 <sup>-08***</sup>
LATs: LONGs: ALTs	0,558	2,087 <sup>-05***</sup>	-	4,720 <sup>-09***</sup>	4,825 <sup>-08***</sup>

(\*\*\*) = significativo a 0,0%; (\*\*) = significativo a 0,001 %; (\*) = significativo a 0,01%

Observou-se efeito da estação do ano e raça da doadora na quantidade de oócitos viáveis e qualidade de oócitos em grau II e III (Tabela 4). Tais resultados corroboram com os encontrados por Kadarmideen *et al.* (2015) que observaram, menor qualidade dos oócitos coletados na estação verão em fêmeas *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus*, mostrando que as altas temperaturas exercem influência na qualidade dos oócitos.

A estação do ano teve efeito nas variáveis grau II, grau III e no número de oócitos viáveis e na raça da doadora teve efeito no grau I, grau II, grau III, no número de oócitos viáveis e no número de oócitos totais, efeito bastante significativo na interação latitude e altitude, longitude e altitude em grau I, grau II, número de oócitos viáveis e totais (Tabela 4). Os resultados deste trabalho são semelhantes aos de Carneiro *et al.* (2019) que confirmaram a influência da estação do ano sobre a qualidade de oócitos bovinos.

A estação do ano teve efeito no número de oócitos totais. Corroborando com os resultados reportados por Carneiro *et al.* (2019) que tiveram a recuperação de oócitos totais no inverno de 2.164 e no verão de 3.037 oócitos. Os autores observaram também maior quantidade de oócitos de grau I e grau II na estação inverno e oócitos de grau III e desnudos tiveram maior incidência no verão.

A influência da interação da longitude, latitude e altitude com a quantidade de oócitos viáveis e total foi verificado neste trabalho. É sabido que a sazonalidade

correlaciona com latitude e altitude e exerce interferência no clima, umidade relativa do ar e os principais efeitos na produção *in vitro* de embriões referem-se tanto aos indicadores climáticos e nutricionais relativos a oferta e qualidade dos alimentos, principalmente no sistema de criação a pasto (MELLO *et al.*, 2016).

O número de oócitos de grau I e grau III não diferiram na estação outono, verão, primavera e inverno (Tabela 5) A estação verão apresentou maior número de oócitos grau II em relação a estação inverno (Tabela 5).

Não houve diferença na qualidade oocitária grau I e grau III independente da estação do ano (Tabela 5). Divergindo do encontrado neste trabalho, Naves (2020) concluiu que há influência da temperatura e umidade na qualidade de oócitos, apresentando maior número e melhor qualidade na estação seca. De acordo com Rocha *et al.* (2012) as elevadas temperaturas ambiente e umidade relativa do ar, características do clima tropical predominante na região Centro-Oeste do Brasil, podem diminuir o desempenho reprodutivo das fêmeas, podendo ser associado ao número e à qualidade de oócitos viáveis.

Neste estudo, a maior produção de oócitos de grau II foi na estação verão. Esta resposta pode estar relacionada a maior disponibilidade de forragem neste período do ano. Além disso, com o aumento do fotoperíodo, há incremento na ingestão de matéria seca, sugerindo que a luz pode afetar a liberação de hormônios ou até mesmo a morfologia do epitélio intestinal, podendo resultar em mudanças no metabolismo e maior eficiência na utilização dos nutrientes do alimento (ROCHA *et al.*, 2011).

Similarmente, Amaral *et al.* (2014) relataram que animais expostos a dias longos tenderam a aumentar o consumo alimentar pela maior visibilidade do alimento ou pelo aumento das exigências nutricionais, em consequência de maior produção estimulada pela luz. Estes resultados vão de encontro com os achados deste estudo em que a maior quantidade de oócitos de grau II foi verificada no verão (Tabela 5), quando os dias são mais longos.

Além disso, Barcelos *et al.* (2003) verificaram que animais que atingiram a puberdade mais jovens foram expostos a mais horas de luz (~ 30 dias). Os autores ainda sugeriram que tal fato é por causa da maior liberação de hormônio luteinizante em resposta ao estradiol, em relação às novilhas sob dias curtos, gerando maior quantidade de oócitos de grau II na estação verão. Complementarmente, Zerbielle (2014) ressalta que os dias longos também aumenta o número de células do parênquima após a puberdade.

**Tabela 5** - Médias e desvio padrão do número de oócitos de qualidade oocitária de grau I, grau II e grau III conforme as estações outono, verão, primavera e inverno.

Estação	Grau I	Grau II	Grau III
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Outono	2,37 ± 0,52 <sup>A</sup>	16,2 ± 1,97 <sup>AB</sup>	9,53 ± 0,65 <sup>A</sup>
Verão	2,19 ± 0,60 <sup>A</sup>	18,4 ± 2,43 <sup>A</sup>	8,26 ± 0,49 <sup>A</sup>
Primavera	1,53 ± 0,38 <sup>A</sup>	15,2 ± 2,15 <sup>AB</sup>	10,05 ± 0,751 <sup>A</sup>
Inverno	1,55 ± 0,64 <sup>A</sup>	12,1 ± 1,68 <sup>B</sup>	11,40 ± 1,68 <sup>A</sup>

Letras distintas na mesma coluna diferem entre si. DP = Desvio padrão da média.

Jorge (2017) avaliou a classificação morfológica para os CCOs oriundos de folículos pequenos, observou-se diminuição significativa no Grau I, Grau II da transição Inverno-primavera (junho a novembro) para primavera-verão (dezembro a fevereiro). A transição de inverno-primavera e primavera-verão teve diferença de 3°C, ocorrido pelo aumento da temperatura média de uma estação para outra. Constatou-se influência da sazonalidade na classificação morfológica dos CCOs obtidos de folículos pequeno e médio. Os folículos pequenos são morfológicamente superiores em qualidade oocitária grau I e grau II na estação primavera-verão.

A raça Gir teve maior produção de oócitos totais na estação verão e outono, menor produção na primavera. Nelore e Senepol também apresentaram maior produção na estação verão e menor produção no inverno (Tabela 6).

Cruvinel (2019) encontrou nas raças Gir e Girolando médias de oócitos totais de 25,28 e 32,20, respectivamente, valores semelhantes a este trabalho. Pires (2019), ao avaliar a performance de doadoras Senepol, verificou média de 27,13 ± 14,38 oócitos totais por doadora, semelhante a quantidade de oócitos encontrado no inverno neste trabalho. Santos (2020), ao avaliar a performance de doadoras da raça Jersey observaram quantidade média de oócitos de grau II na estação outono (6,96 ± 3,26), no inverno (8,90 ± 4,23), na primavera (4,91 ± 2,35) e no verão (5,10 ± 4,41).

Grázia *et al.* (2016) relataram que as diferenças encontradas em taxas de recuperação de oócitos podem variar pelas condições distintas que os animais se encontram, como exemplos as condições climáticas, de manejo e grupos genéticos, sendo confirmado por Lima (2012), que a qualidade oocitária está ligada a sazonalidade, as alterações celulares como redução da maturação nuclear ou morte celular são originadas por períodos em que o animal se encontra em estresse térmico.

Watanabe *et al.* (2017) também observaram efeito da raça na produção de oócitos e constataram que fêmeas bovinas Nelore e Gir tiveram maior número de oócitos

coletados através da aspiração folicular do que fêmeas bovinas da raça Senepol e Holandês. E fêmeas da raça Senepol apresentaram menor taxa de blastocistos na estação outono e inverno, já fêmeas da raça Holandês tiveram menor taxa de blastocistos na estação verão.

Grázia *et al.* (2016) também, investigaram a eficiência da *ovum pick-up* (OPU) e da produção *in vitro* de embriões provenientes de doadoras Girolando com sêmen sexado de touros oriundos de duas raças, Gir e Holandês. Vacas mestiças F1 (Gir x Holandês) apresentaram capacidade como doadoras de oócitos e benefício no sistema de produção *in vitro* de embriões próximos as vacas zebuínas, independente da raça do touro doador do sêmen utilizado.

*Bos taurus indicus* possuem melhor taxa de recuperação de oócitos totais e qualidade quando comparado aos *Bos taurus taurus* (BECHER *et al.*, 2018). De acordo com o observado na literatura, as raças Nelore e Gir produzem maiores números de oócitos do que as raças Senepol e Holandês (WATANABE *et al.*, 2017).

**Tabela 6** - Número total de oócitos por aspiração folicular de acordo com a estação do ano para raça da doadora Brahman, Girolando, Gir, Guzolando, Holandês, Nelore, Senepol (SENEPOL) e Tabapuã (TAB).

Raça	Estação			
	Verão	Outono	Primavera	Inverno
Brahman	27,7 <sup>A</sup>	25,5 <sup>A</sup>	31,1 <sup>A</sup>	31,3 <sup>A</sup>
Girolando	30,0 <sup>A</sup>	31,4 <sup>A</sup>	29,8 <sup>A</sup>	29,1 <sup>A</sup>
Gir	24,0 <sup>A</sup>	23,8 <sup>A</sup>	21,7 <sup>B</sup>	22,7 <sup>AB</sup>
Guzolando	10,6 <sup>A</sup>	14,3 <sup>A</sup>	25,0 <sup>A</sup>	15,7 <sup>A</sup>
Holandês	21,9 <sup>A</sup>	23,8 <sup>A</sup>	20,3 <sup>A</sup>	20,5 <sup>A</sup>
Nelore	36,1 <sup>A</sup>	33,9 <sup>AB</sup>	33,6 <sup>AB</sup>	28,0 <sup>B</sup>
Senepol	41,2 <sup>A</sup>	40,2 <sup>AB</sup>	39,8 <sup>AB</sup>	27,3 <sup>B</sup>
Tabapuã	37,7 <sup>A</sup>	32,0 <sup>A</sup>	15,9 <sup>A</sup>	36,1 <sup>A</sup>

Letras distintas na mesma linha diferem entre si.

Não houve diferença na produção de embriões independente da estação do ano e das raças das doadoras (Tabela 7), provavelmente por utilizar somente oócitos viáveis para maturação *in vitro*.

Os resultados do presente trabalho corroboram com Dourado *et al.* (2012) que observaram que o número de embriões, produzidos *in vivo* em vacas da raça Gir superovuladas, não foi afetado pelo verão e inverno. Em outro recente trabalho, Dourado *et al.* (2020) verificaram que vacas *Bos indicus* da raça Gir não apresentaram comportamento estacional para produção *in vitro* de embriões.

Faria (2020) obteve média de produção total de embriões da raça Senepol de 5,29  $\pm$  5,60, valores abaixo do encontrado neste trabalho, relatou que a contagem de folículos antrais é diretamente relacionada a maior quantidade de oócitos viáveis, embriões clivados e total de embriões produzidos.

**Tabela 7** - Porcentagem (%) de embriões produzidos de acordo com a estação do ano para a raça da doadora Brahman, Girolando, Gir, Guzolando, Holandês, Nelore, Senepol e Tabapuã.

Raça	Estação			
	Verão	Outono	Primavera	Inverno
Brahman	50,0 <sup>A</sup>	49,1 <sup>A</sup>	48,1 <sup>A</sup>	42,5 <sup>A</sup>
Girolando	35,6 <sup>A</sup>	33,1 <sup>A</sup>	30,5 <sup>A</sup>	32,0 <sup>A</sup>
Gir	33,7 <sup>A</sup>	30,6 <sup>A</sup>	33,1 <sup>A</sup>	31,8 <sup>A</sup>
Guzolando	55,4 <sup>A</sup>	31,2 <sup>A</sup>	41,5 <sup>A</sup>	30,6 <sup>A</sup>
Holandês	22,4 <sup>A</sup>	21,2 <sup>A</sup>	22,5 <sup>A</sup>	29,6 <sup>A</sup>
Nelore	33,2 <sup>A</sup>	35,3 <sup>A</sup>	28,0 <sup>A</sup>	27,2 <sup>A</sup>
Senepol	16,6 <sup>A</sup>	12,0 <sup>A</sup>	15,9 <sup>A</sup>	16,1 <sup>A</sup>
Tabapuã	48,2 <sup>A</sup>	39,6 <sup>A</sup>	21,0 <sup>A</sup>	23,9 <sup>A</sup>

Letras distintas na mesma linha diferem entre si.

A raça Tabapuã teve porcentagem de embriões produzidos semelhante a todas as outras raças avaliadas enquanto a raça Brahman teve maior produção de embriões do que a Girolando, Gir, Holandês, Nelore, Senepol. Girolando, Gir, Nelore, Guzolando e Tabapuã que tiveram a porcentagem de embriões semelhantes (Tabela 8).

A raça Holandês teve menor produção de embriões que Brahman, Girolando, Gir. Entretanto, teve maior produção de embrião que a raça Senepol. Senepol teve a menor produção de embrião, sendo semelhante apenas à raça Tabapuã (Tabela 8).

Becher et al. (2018) encontraram maior média de embriões produzidos para raça Nelore do que Brahman, e médias de embriões envasados semelhante para as raças Nelore e Gir, sendo superiores à média na raça Brahman. Segundo Grázia (2019), a raça Gir produz mais blastocistos do que Holandesas e é independente da raça do touro.

Nogueira (2018) observou efeito da raça da doadora sobre as oócitos viáveis, clivagem e produção de blastocistos. A taxa de produção de blastocistos para raça nelore (30,74%), Girolando (32,83%), Brangus (17,23%), Holandesa (21,55%) e Senepol (14,44%). Confirmando o exposto neste trabalho em que a raça Senepol teve menor produção de embrião em relação a raça Holandês.

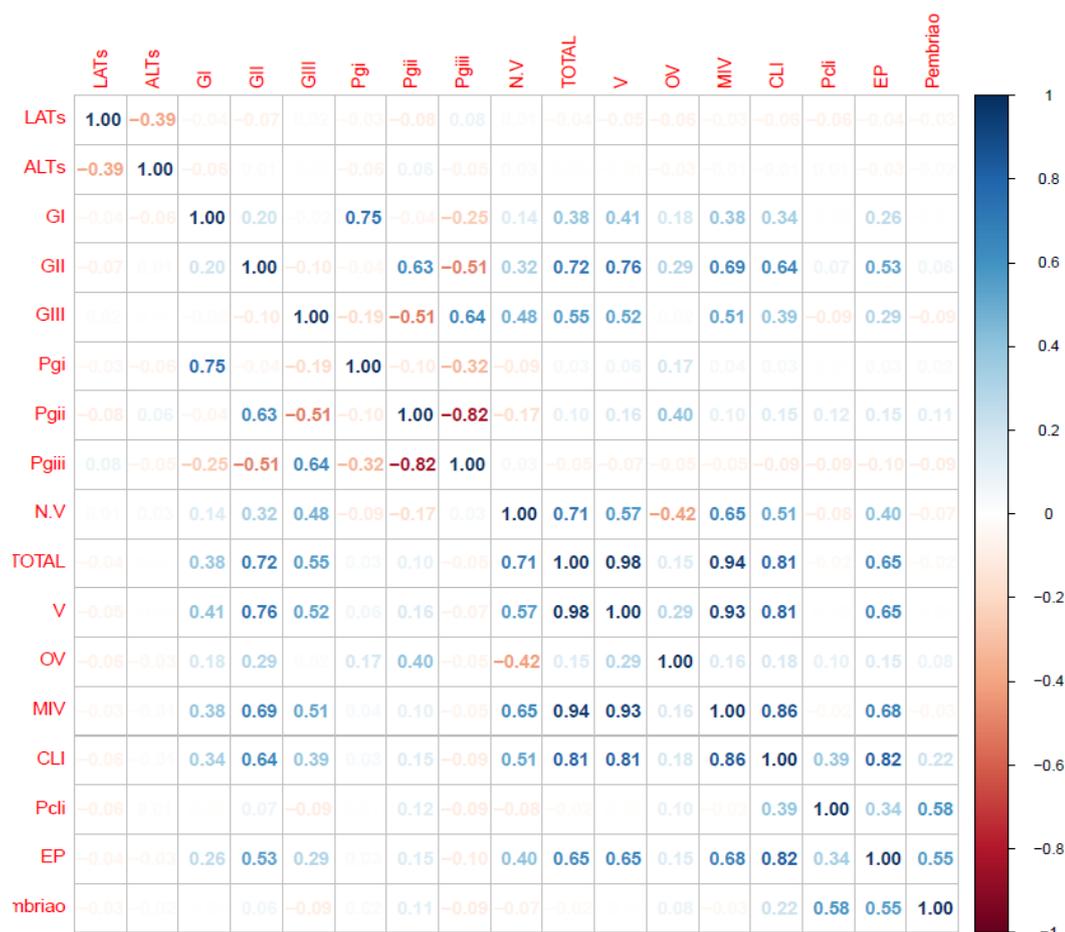
**Tabela 8** - Porcentagem (%) de embriões produzidos de acordo com a raça das doadoras Brahman, Girolando, Gir, Guzolando, Holandês, Nelore, Senepol e Tabapuã.

<b>Raça da doadora</b>	<b>Média ± DP</b>
Senepol	15,0 ± 2,27 <sup>D</sup>
Nelore	30,8 ± 2,68 <sup>BC</sup>
Girolando	32,7 ± 3,12 <sup>B</sup>
Tabapuã	31,3 ± 7,30 <sup>ABCD</sup>
Brahman	47,3 ± 4,77 <sup>A</sup>
Gir	32,3 ± 3,00 <sup>B</sup>
Holandês	23,7 ± 2,82 <sup>C</sup>
Guzolando	38,5 ± 7,44 <sup>ABC</sup>

Letras distintas na coluna diferem entre si. DP = Desvio padrão da média.

A Figura 1 apresenta a correlação de Pearson das variáveis analisadas de forma descritiva para entender o grau de dependência entre as variáveis, ou seja, quanto uma variável afeta a outra. Neste sentido, as cores azuis e vermelho em tons claros não tiveram correlação, não tendo efeito sobre outra variável. Já as que estão em vermelho mais intenso são as correlações negativas (representando coeficientes negativos). Portanto, quando uma variável cresce a outra decresce e com azul mais intenso a correlação mais positiva (representando coeficientes positivos) possuindo relação direta. Importante ressaltar que as variáveis grau I, grau II, grau III, N.V, TOTAL, V, CLI e EP foram analisadas através de quantidade e as variáveis Pgi, Pgi, Pgi, OV, Pcli e Pembriao analisadas como proporção. O coeficiente de correlação de Pearson tem variação entre -1 e 1, indicando como a correlação se comporta. Quanto mais próximo de 1 mais positivo a associação e estando mais próximo de zero menor é a correlação (FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2014).

Ao analisar a correlação observa-se que existe interdependência entre variáveis grau I, grau II, grau III com uma correlação positiva, ou seja, possui relação direta no aumento de número de oócitos nas qualidades oocitária. A quantidade de oócitos clivados e a correlação de embriões produzidos juntamente com o número de oócitos totais possuem correlação positiva.



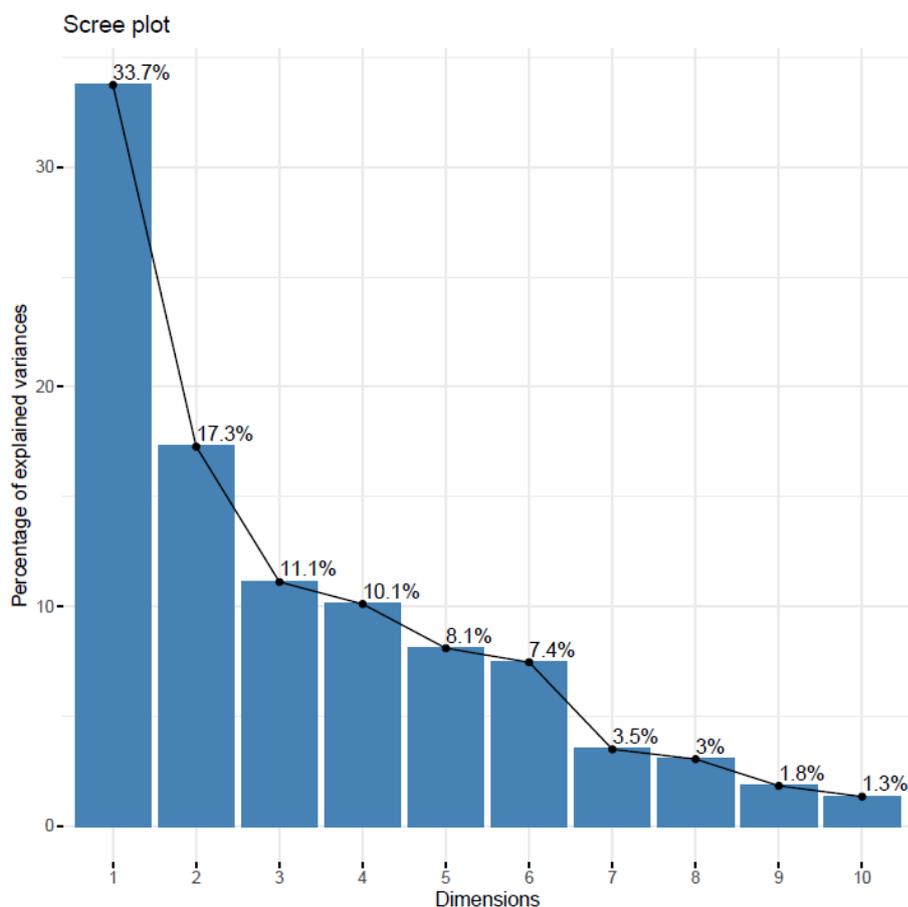
**Figura 1** - Correlação das variáveis Latitude, Altitude, Grau I, Grau II, Grau III, Proporção de grau I, Proporção de grau II, Proporção de grau III, número de oócitos não viáveis, número de oócitos totais, número de oócitos viáveis, número de oócitos maturados *in vitro*, número de clivados, Porcentagem de clivados, número de embriões produzidos e porcentagem de embriões

Na Figura 2 pode ser vista a porcentagem da exploração das variáveis nas dimensões de um a dez. A análise de componentes principais é uma técnica utilizada para avaliar as inter-relações entre o número de variáveis e explicitá-las em termos das dimensões inerentes (HONGYU *et al.*, 2015).

Foi utilizado neste trabalho as dimensões um, dois, três e quatro pois apresentou mais de 70% na análise da dimensão. Essa análise de componentes principais (PCA) foi realizada para validação do comportamento do banco de dados, verificando que está condizendo com o esperado e LATs, LONGs, ALTs, estação do ano e raça da doadora não foram muito bem discriminadas pela análise de componentes principais.

Na Figura 3 estão dispostos os resultados dos dois componentes ou dimensões de componentes principais nas variáveis de proporção grau I, proporção grau II, proporção

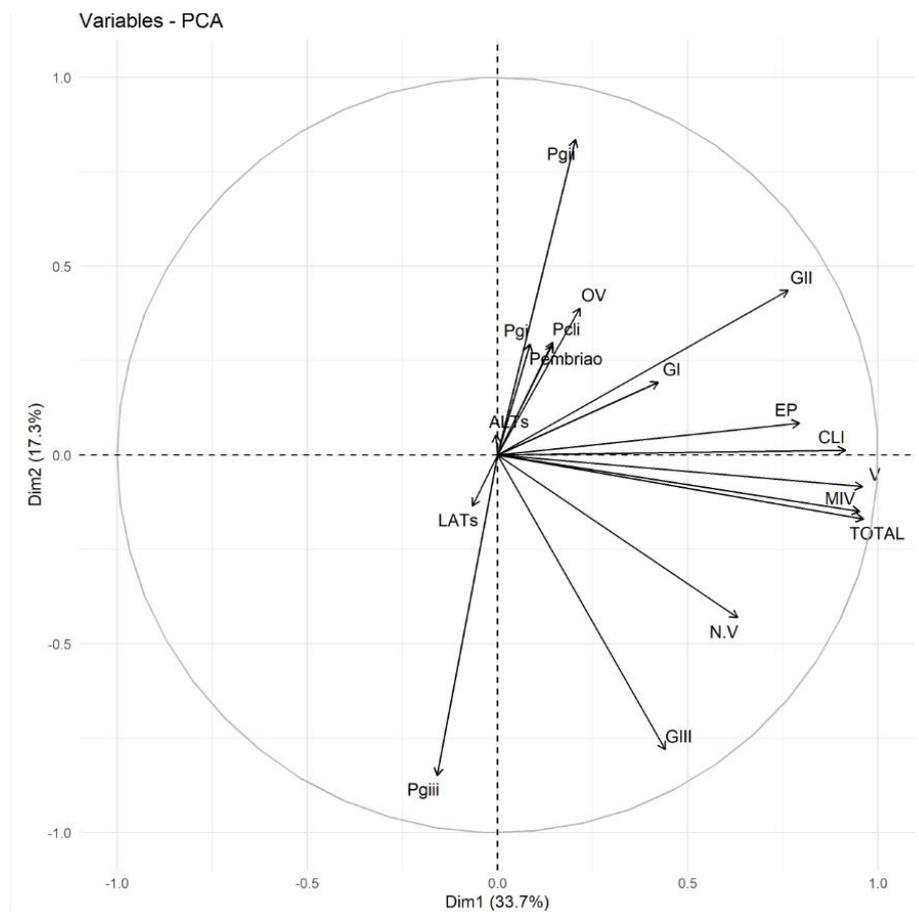
grau III, latitude, altitude, porcentagem de embriões, proporção de clivados, proporção de oócitos viáveis, qualidade de oócitos em grau I, grau II, grau III, número de embriões produzidos, número de oócitos clivados, número de oócitos viáveis, número de oócitos maturados *in vitro*, número de oócitos total e número de oócitos não viáveis.



**Figura 2** - Porcentagem da exploração das variáveis nas dimensões de um a dez.

O mapa perceptual na Figura 3 apresenta a relação entre os componentes e as variáveis. O primeiro componente explica 33,7% da variabilidade dos dados, enquanto na dimensão dois apresenta 17,3%.

A proporção de grau I e grau II comportam no mesmo sentido da dimensão 1 e a proporção de grau III em oposição distinta, conforme demonstrado. A proporção de grau I e grau II são correlacionados positivamente entre si, significando que quanto maior a proporção de grau I maior será a proporção grau II, sendo oposto a latitude e proporção grau III. Assim, o maior número de oócitos de grau I está direcionado para grau II e número de embriões produzidos e clivados.

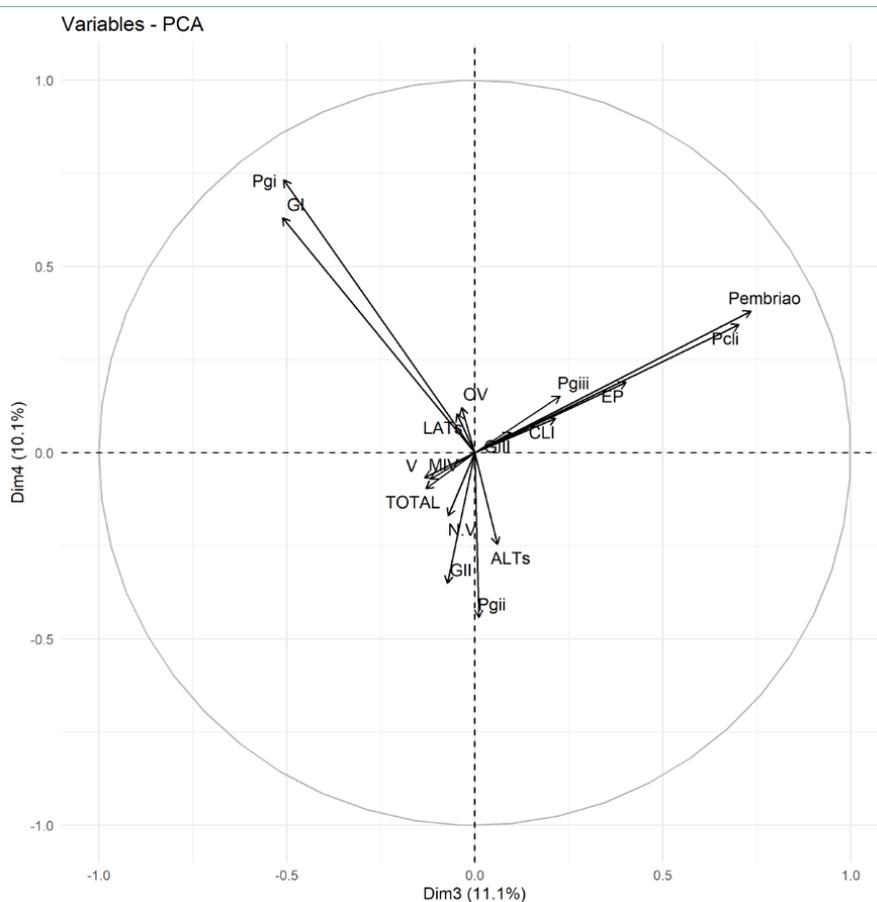


**Figura 3** - Resultados dos dois primeiros componentes ou dimensões de componentes principais nas variáveis de proporção grau I, grau I, grau III, latitude, altitude, porcentagem de embriões, proporção de clivados, proporção de oócitos viáveis, qualidade oocitária grau I, grau II, grau III, número embriões produzidos, número de oócitos clivados, número de oócitos viáveis, número de oócitos maturados *in vitro*, número de oócitos total e número de oócitos não viáveis.

Na Figura 4 estão dispostos os resultados da terceira e quarta dimensões de PCA nas variáveis de proporção grau I, grau II, grau III, latitude, altitude, porcentagem de embriões, porcentagem de clivados, proporção de oócitos viáveis, qualidade oocitária grau I, grau II, grau III, número embriões produzidos, número de oócitos clivados, número de oócitos viáveis, número de oócitos maturados *in vitro*, número de oócitos total e número de oócitos não viáveis.

Na dimensão três apresenta 11,1% e na dimensão quatro 10,1% das variáveis, grau III, número de oócitos clivados, número de embriões produzidos, porcentagem de oócitos

clivados e porcentagem de embriões produzidos projetam na mesma direção. Sendo oposto para número de oócitos totais, número de oócitos maturados *in vitro*, número de oócitos não viáveis e grau II.



**Figura 4** - Resultados da terceira e quarta dimensões de componentes principais nas variáveis de proporção grau I, grau II, grau III, latitude, altitude, porcentagem de embriões, porcentagem de clivados, proporção de oócitos viáveis, qualidade oocitária grau I, grau II, grau III, número embriões produzidos, número de oócitos clivados, número de oócitos viáveis, número de oócitos maturados *in vitro*, número de oócitos total e número de oócitos não viáveis.

## CONCLUSÃO

A interação entre estação do ano e raça, e a interação entre localização geográfica e altitude exerceram efeito na produção de oócitos totais e viáveis. Embora a produção de oócitos GI e GIII foram semelhantes entre as estações do ano, a produção de GII foi maior no verão do que no inverno.

A estação do ano e a localização geográfica influenciaram o número de oócitos totais. Entretanto, independente da raça, a estação do ano não interferiu na produção de embriões.

A raça da doadora influenciou a produção de embriões, sendo que a raça Senepol teve a menor produção de embriões, sendo semelhante apenas a raça Tabapuã. Brahman, teve maior produção de embriões do que Girolando, Gir, Holandês, Nelore e Senepol.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, P.I.S.; FERREIRA, R.A.; PIRES, A.V.; FONSECA, L.S.; GONÇALVES, S.A.; SOUZA, G.H.C. Desempenho, comportamento e respostas fisiológicas de suínos em terminação submetidos a diferentes programas de luz. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.2, p. 54-59, 2014.

BARCELLOS, J.O.J.; COSTA, E.C. et al. Crescimento de Fêmeas Bovinas de Corte Aplicado aos Sistemas de Cria: Sistemas de Produção em Bovinos de Corte. (Sistemas de Produção em Bovinos de Corte; Publicação Ocasional, 1). 72p. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre: Departamento de Zootecnia, 2003.

BECHER, B.G.; PINTO NETO, A. et al. Fatores que afetam a produção in vitro de embriões (PIVE) em bovinos. **Enciclopédia Biosfera**, v.15, p.554, 2018.

BECHER, B. G.; PINTO NETO, A. et al. Produção in vitro de embriões de fêmeas Nelore, Brahman e Gir. **Anais do SEPE- Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, p.2, 2018.

BERLING, F.; CASTRO, C.F. et al. Influência do estresse calórico na produção in vitro de oócitos e embriões de vacas Holandesas de alta produtividade. **Ciência Animal Brasileira**, v.23, p.1-8, 2022.

CARNEIRO, I, M, B.; SANTANA, A, L, A. et al. Oócitos bovinos: influência das estações do ano e maturação in vitro em meio enriquecido com quercetina. **Magistra Cruz das Almas**, v.30, p.134-142, 2019.

COELHO, M.R. Fatores que influenciam a taxa de gestação em fêmeas da raça Nelore submetidas ao protocolo de IATF. **Brazilian Journal of Development**, v.7, p.46901-46915, 2021.

CRUVINEL, M.L. **Recuperação de oócitos em doadoras Gir e Girolando**. 2019. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos.

DOURADO, A.P.; TORRES FILHO, R.A. et al. Produção estacional de embriões in vivo em vacas da raça Gir (*Bos indicus*) na região sudeste (clima tropical), Brasil. **Revista Brasileira de Veterinária**, v.19, p.183-189, 2012.

DOURADO, A.P.; RODRIGUES, R. L.A. et al. Estacionalidade e a produção de oócitos e embriões *in vitro* em vacas Gir leiteiro na região sudeste do Brasil. **Ciência Animal**, v.30, p.48-63, 2020.

FARIA, F.C.A. **Influência do número de folículos antrais na eficiência reprodutiva de fêmeas da raça Senepol**. 2020. 45f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia.

FIGUEIREDO FILHO, D.B.; ROCHA, E.C. et al. Desvendando os mistérios do Coeficiente de correlação de Pearson: O retorno. **Leviathan, caderno de Pesquisa Política**, v.8, p.66-95, 2014.

GUITARRARA, P. Latitude e Longitude; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/latitudes-longitudes.htm>. Acesso em 20 de setembro de 2023.

GRÁZIA, J. G. V.; PEREIRA, E.C.M. et al. Desempenho de doadoras leiteiras mestiças F1 (Gir x Holandês) no sistema de produção *in vitro* de embriões. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, p.605-610, 2016.

GRÁZIA, J. G.V.G. Produção *in vitro* de embriões (PIVE) na bovinocultura de leite e de corte. 2019. 163f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V.L.M. et al. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **Engineering and Science**,v.5, p.1-8, 2015.

IBGE, Instituto. Chuvas no cerrado da região Centro-Oeste do Brasil: análise histórica e tendência futura Brasileiro de Geografia e Estatística. Códigos dos municípios 2022. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/explica/codigos-dos-municipios.php> > Acesso em: 05/10/2022.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Estação do ano. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/paginas/estacoes>> Acesso em: 05/10/2022.

JORGE, G. **Influência da sazonalidade na classificação morfológica dos complexos cumulus oóцитos bovinos**. 2017. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Medicina Veterinária) - Universidade Brasil.

KADARMIDEEN, H.N.; MAZZONI, G. et al. Genomic selection of *in vitro* produced and somatic cell nuclear transfer embryos for rapid genetic improvement in Cattle Production. **Animal Reproduction**, v.12, p.389-396, 2015.

LENTH, R.V. Emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.8.2, <<https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>>.

LIMA, R.S. O papel do fator de crescimento semelhante à insulina-I sobre os efeitos deletérios do choque térmico em oócitos bovinos no estágio de vesícula germinativa. 2012. Botucatu: 138p. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas), UNESP, Botucatu-SP, 2012.

MAYA, S.M.J.; LÓPEZ, G.F. et al. Bovine oocytes show a higher tolerance to heat shock in the warm compared with the cold season of the year. **Theriogenology**, v.79, p.299-305, 2013.

MELLO, R.R.C.; FERREIRA, J.E. et al. Produção *in vitro* (PIV) de embriões em bovinos. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.40, p.58-64, 2016.

MELLO, R.R.C.; MELLO, M.R.B. et al. Parâmetros da produção *in vitro* de embriões da raça Sindi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.1773-1779, 2016.

NAVES, C.A. **Influência do ambiente na qualidade de oócitos, produção *in vitro* de embriões e na taxa de prenhez em taurinos, zebuinos e adaptados**. 2020. 41f.Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Goiás.

NOGUEIRA, B.G.R. Fatores que influenciam a produção comercial de embriões *in vitro*. 2018. 80f. Dissertação (Mestrado)- Universidade do Oeste Paulista.

PINHEIRO, A.K.; CARNEIRO JUNIOR, J.M. et al. Parâmetros produtivos e genéticos da produção *in vitro* de embriões Nelore ao Estado do Acre. **Research, Society and Development**, v.11, p.1-12, 2022.

PIRES, A.P.A. **Performace de doadoras Senepol após OPU e CIV: Taxas de recuperação de oócitos**. 2016. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos.

POLSKY, L.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Effects of heat stress on dairy cattle welfare. **Journal Dairy Science.**, v.100, p.8645–8657, 2017.

ROCHA, R. et. al. Melatonina e reprodução animal: Implicações na fisiologia ovariana. *Acta Veterinária Brasílica*, v.5, n.2, p.147-157, 2011.

ROCHA, D.R.; SALLES, M.G.F. et al. Impacto do estresse térmico na reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.36, p.18-24, 2012.

SANTOS, L.F. **Performance de doadoras Jersey a aspiração folicular guiada por ultrassom e fertilização *in vitro***. 2020, 27f. Trabalho de Conclusão de Curso (Zootecnia) - Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos.

SCANAZES, A.L.; CAMPOS, C.C. et al. Taxa de prenhez e de perda de gestação em receptoras de embriões bovinos produzidos *in vitro*. **Arquivo Brasileiro Veterinário e Zootecnia**, v.65, p.722-728, 2013.

SILVA, C.B.; SENEDA, M.M. Cultivo *in vitro* de folículos pré-antrais bovinos: revisão, desafios, conquistas e perspectivas futuras. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.45, p.131-147, 2021.

SILVA, A.P.T.B.; MELLO, R.R. et al. Efeito do acasalamento entre a doadora e o touro (Holandês versus Gir) na produção *in vitro* de embriões bovinos. **Animal Brasil**, v.72, p.51-58, 2015.

WATANABE, Y.F.; SOUZA, A. H. et al. Number of oocytes retrieved per donor during OPU and its relationship with *in vitro* embryo production and field fertility following embryo transfer. **Animal Reproduction**, v.14, n.3, p.635-644, 2017.

ZERBIELLI, C. L. **Avaliação da luminosidade nas instalações de bovinos leiteiros: Atual situação e projeção de oportunidade para manejo de fotoperíodo**. 37 f. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural) - Universidade de Cruz Alta. Cruz Alta – RS, 2014.