

Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Escola de Ciências Agrárias e Biológicas
Curso de Zootecnia

PIVE e IATF Aplicadas à Reprodução de Bovinos de Corte

Acadêmico (a): Lázara Caroliny Barros de Souza

Orientador: Prof. Dr. Breno de Faria Vasconcellos

Goiânia – Goiás

2020



LÁZARA CAROLINY BARROS DE SOUZA

PIVE E IATF APLICADAS À REPRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Zootecnista, junto à Escola de Ciências Agrárias e Biológicas, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Orientador: Prof. Dr. Breno de Faria e Vasconcellos

Goiânia – Goiás

2020



LÁZARA CAROLINY BARROS DE SOUZA

PIVE E IATF APLICADAS À REPRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à banca avaliadora em ___/___/___ para conclusão da disciplina de TCC, no curso de Zootecnia, junto a Escola de Ciências Agrárias e Biológicas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sendo parte integrante para o título de Bacharel em Zootecnia.

Conceito final obtido pelo aluno: _____

Nome completo antecedido do título

Nome completo antecedido do título maior

Instituição
(Co-orientador)

Nome completo antecedido do título maior

Instituição
(Co-orientação)

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre acreditaram no meu potencial e estiveram ao meu lado em todas as adversidades do caminho. Sem eles nada seria possível!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus acima de tudo, por ter me dado força, determinação e foco. Por ter colocado pessoas maravilhosas no meu caminho e por ter me guiado nessa jornada com toda sabedoria e amor.

Agradeço à minha mãe Maria Izabel, ao meu pai Miguel Altino e ao meu irmão Guilherme Barros, por todo amor, paciência, companheirismo e por sempre estarem ao meu lado me apoiando e me incentivando a jamais desistir.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Breno de Faria e Vasconcellos, pela atenção e paciência durante a graduação e durante a construção deste trabalho.

Agradeço aos demais professores e colaboradores da PUC – Goiás, que me ensinaram, me auxiliaram e me motivaram nos diversos momentos e assuntos.

Agradeço aos meus amigos que me acompanharam nessa jornada tornando-a mais simples, bela e inesquecível;

“A persistência é o caminho do êxito”

Charles Chaplin

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	VIII
RESUMO.....	IX
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ÍNDICES REPRODUTIVOS.....	3
3. ESTAÇÃO DE MONTA.....	6
4. FISIOLOGIA E CICLO ESTRAL.....	9
5. PRINCIPAIS BIOTECNOLOGIAS APLICADAS À REPRODUÇÃO BOVINA. 13	
5.1 Produção <i>In Vitro</i> de Embriões (PIVE).....	13
5.1.1 Seleção das doadoras.....	15
5.1.2 Seleção das receptoras.....	16
5.1.3 Sincronização de fêmeas receptoras.....	16
5.1.4 Aspiração folicular guiada por ultrassonografia (Ovum Pick-up - OPU).....	17
5.1.5 Transferência de embriões (TE).....	20
6. INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO (IATF).....	20
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Controle hormonal do ciclo estral de fêmeas pelo eixo hipotálamo-hipofisário.....	10
Figura 2: Esquematização da sequência do ciclo estral, iniciando-se pelo proestro e finalizando no diestro.....	11
Figura 3: Produção de embriões bovinos no Brasil de 2000 a 2011.....	14
Figura 4: Esquematização da metodologia de Ovum pick up (OPU).....	18
Figura 5: Classificação dos oócitos.....	20
Figura 6: Protocolo de IATF utilizando Benzoato de Estradiol.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Taxas de cinco parâmetros de eficiência reprodutiva para rebanhos de bovinos de corte em regime extensivo de criação.....	4
--	---

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo abordar os principais pontos relacionados a reprodução de bovinos de corte dando ênfase na fisiologia da reprodução da vaca e nas duas principais biotecnologias da reprodução utilizadas na atualidade. Outro ponto abordado é a discussão da importância dos índices zootécnicos no estabelecimento de um manejo adequado na propriedade, tendo em vista um aumento na produtividade e o rápido retorno ao produtor.

Palavras-chave: Biotecnologias, PIVE, IATF, melhoramento.

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2015 o Brasil ocupou as posições de maior rebanho, segundo maior consumidor e segundo maior exportador de carne bovina do mundo (GOMES et al., 2017), tendo aproximadamente 170 milhões de cabeças, sendo que deste total 35% era composto por fêmeas (IBGE 2017).

Para garantir um maior retorno econômico na pecuária de corte, os produtores estão sempre em busca de estabelecer e aprimorar estratégias tecnológicas e de manejo que garantam que as exigências do mercado e dos consumidores por um produto com qualidade e segurança sejam atendidas (NOGUEIRA et al., 2017). Sendo assim, o surgimento e crescimento das biotecnologias da reprodução aplicadas à bovinocultura de corte são fatores cruciais do sucesso no aumento do abate e nos níveis de produtividade na pecuária brasileira (NOGUEIRA, 2013).

No contexto histórico, a moderna reprodução animal nasceu na Escola de Agricultura de Cambridge, na Inglaterra, em meados do século 19, quando novas ideias foram discutidas de maneira pragmática (RODRIGUES e BERTOLINI, 2019).

Na pecuária brasileira, o uso da biotecnologia está presente em diversos segmentos como na nutrição, na alimentação, na conservação da saúde dos animais, no controle da reprodução e na aceleração do melhoramento genético (GUSMÃO et al., 2017). Segundo HONORATO et al. (2013), o objetivo principal no desenvolvimento e aprimoramento das biotecnologias reprodutivas na pecuária de corte é de elevar, em um curto período, a eficiência reprodutiva dos animais geneticamente superiores e assim aumentar o número de descendentes com esse patrimônio genético.

NEVES et al. (2010) definiram a reprodução animal como sendo um dos principais fatores que afetam diretamente a eficiência e a rentabilidade dos índices produtivos na pecuária, sendo que, para PIRES et al. (2004), a queda desses índices produtivos é frequentemente associada à infertilidade prolongada durante o pós-parto, fatores que estão diretamente relacionados ao baixo uso das biotecnologias aplicadas no rebanho e a forma extrativista da atividade.

De acordo com BERTOLINI e BERTOLINI (2009), o desenvolvimento de novas tecnologias associadas às ferramentas moleculares atuais é importante pois pode proporcionar ao animal um potencial reprodutivo máximo. Assim, quatro

gerações de tecnologias de reprodução assistida foram desenvolvidas, sendo elas: 1ª geração - inseminação artificial (IA) e congelamento de gametas e embriões; 2ª geração - superovulação e transferência de embriões (TE); 3ª geração - procedimentos de fertilização *in vitro*, sexagem espermática e embrionária e recuperação de oócitos (VIEIRA, 2012); e a 4ª geração – clonagem a partir da transferência de núcleo de células somáticas (NT), transgenia e biologia de células-tronco.

Uma grande vantagem de se aplicar uma biotecnologia reprodutiva na propriedade está em o produtor poder ter acesso ao sêmen de touros que possuam comprovadamente alto valor genético em diferentes aspectos produtivos, aumentando assim a produtividade do seu rebanho, utilizando sêmen de touros selecionados conforme sua necessidade. Contudo, em biotecnologias como a IA convencional, é necessário que o produtor adote um manejo diferenciado, como a observação deaios – rotina que por vezes o produtor não consegue manter. Em contrapartida, levando em consideração a ocorrência frequente desse tipo de problema, foi desenvolvido um procedimento chamado Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), que faz uso de hormônios para se preestabelecer o momento ideal de inseminação, mesmo que o cio não seja observado (VILELA et al., 2016).

Entretanto, de acordo com INFORZATO et al. (2008), independente do sistema adotado na reprodução, vacas de corte tendem a possuir sérios problemas em relação à eficiência reprodutiva, e esse fator se constitui em um dos principais pontos que mais influenciam o sucesso econômico da atividade. Os autores também mencionaram a redução do intervalo de partos (IDP), através da inseminação artificial ou monta natural (MN) de vacas e consequente gestação o mais cedo possível após o período voluntário de espera (PVE) no pós-parto, é um fator indispensável para se alcançar um bom desempenho produtivo e reprodutivo no rebanho. Além do intervalo de partos (IDP) e do período voluntário de espera (PVE), outro importante índice zootécnico observado, segundo Junior et al. (2016), é a idade ao primeiro parto (IPP). De acordo com os autores, a IPP é a característica reprodutiva medida nas fêmeas mais utilizadas na avaliação da precocidade sexual de bovinos de corte, característica essa que está diretamente relacionada à velocidade de crescimento, sendo reflexo da idade à puberdade da fêmea. Sendo assim, torna-se indispensável para o produtor o conhecimento destes índices

zootécnicos, pois estes são considerados critérios de seleção importantes nos programas de melhoramento genético.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar duas das principais biotecnologias da reprodução aplicadas à bovinocultura de corte e realizar uma breve discussão sobre o impacto dessas biotecnologias na produção e no melhoramento genético desses animais.

2 ÍNDICES REPRODUTIVOS

A coleta de dados é uma atividade indispensável numa propriedade rural. Através dos dados coletados, o produtor pode planejar e estipular metas a curto, médio e longo prazos, bem como ter conhecimento da situação produtiva, reprodutiva e sanitária do rebanho, aumentando sua produtividade (CARERATO, 2012). De acordo com SILVA et al. (2015), o controle zootécnico dentro das fazendas é de suma importância, uma vez que, se os processos reprodutivos forem gerenciados de maneira adequada, a rentabilidade e o retorno financeiro ao produtor podem ser satisfatórios.

CORASSIN et al. (2009) propuseram que a análise de índices reprodutivos como intervalo de partos (IDP), intervalo entreaios, taxa de concepção, taxa de detecção de cio e doses de sêmen por prenhez, são fatores determinantes na avaliação da fertilidade do rebanho. Assim, com a correta análise dos dados, os produtores e técnicos poderão identificar os índices que estão apresentando maior influência negativa no desempenho do rebanho e com isso identificar os obstáculos e, por conseguinte, minimizar os custos e maximizar a produção (LOPES; CARDOSO e DEMEU, 2009).

Segundo PEROTTO et al. (2006), a idade ao primeiro parto (IPP) e o intervalo de partos (IDP) estão entre as características determinantes da eficiência reprodutiva dos rebanhos bovinos de corte, relacionados à taxa de natalidade e à longevidade produtiva das vacas. Quanto mais jovem for a novilha no seu primeiro parto, mais rápido será o retorno do investimento feito pelo pecuarista na criação e manutenção desse animal até a idade reprodutiva. Desta forma, é desejável que as

novilhas entrem em reprodução ao redor de 15 meses de idade, proporcionando o primeiro parto aos 24 meses de idade (BERGAMASCHI et al., 2010).

O intervalo de partos (IDP) é influenciado por fatores fisiológicos, patológicos, de manejo e, principalmente, nutricionais. Nos bovinos, o ideal seria que o intervalo médio de partos tivesse duração de 12 meses (CORRÊA et al., 2000), sendo necessário que as vacas concebam novamente no máximo em 85 dias após o parto (DAMASCENO et al., 2016). BERGAMASCHI et al. (2010) ressaltaram que o intervalo de partos é um bom parâmetro para avaliação da reprodução de um rebanho, já que é reflexo de outros índices, como o período de serviço e as taxas de detecção de estro e de concepção.

O período de serviço (PS), um dos componentes do IDP, refere-se ao intervalo de uma parição à cobertura fértil subsequente. Sua duração ideal é de 60 a 90 dias, considerando-se a meta de produção de um bezerro por ano (AZEVEDO et al., 2006).

A taxa de prenhez é obtida pela divisão entre o número de animais prenhes e o número de animais que foram expostos à reprodução, em determinado período. A prenhez pode ser avaliada também a partir da taxa com que as vacas concebem em cada período de 21 dias (ciclo estral), por meio da multiplicação da taxa de detecção de estro pela taxa de concepção (BERGAMASCHI et al., 2010). Para alcançar altos índices de prolificidade e de produtividade, os rebanhos de bovinos de corte devem atingir taxas mínimas de 92% a 96% de concepção, 85% a 90% de nascimento, e máximas de 1% a 2% de abortamento e de 5% de mortalidade pós-natal (JUNQUEIRA e ALFIERI 2006), conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Taxas de cinco parâmetros de eficiência reprodutiva para rebanhos de bovinos de corte em regime extensivo de criação.

Parâmetros	Eficiência Reprodutiva	
	Alta (%)	Mínima (%)
Concepção	92 – 96	85
Natalidade	85 – 90	83
Desmame	85	78
Aborto	1 – 2	1 – 2
Mortalidade pré-desmame	≤ 5	≥ 5

Fonte: JUNQUEIRA e ALFIERI (2006) adaptado de: RADOSTITS, LESLIE e FETROW (1996) e VELLOSO (1999).

CAETANO e JUNIOR (2015) relataram que a detecção de estros é a maior dificuldade observada em biotecnologias da reprodução como a IA e é um fator limitante na eficiência reprodutiva do rebanho, sendo considerada uma das principais deficiências na reprodução bovina. Os autores observaram, também, que esse fator causa um decréscimo na taxa de concepção e, conseqüentemente, aumento do período de serviço (nº de animais inseminados em relação ao nº de animais disponíveis para IA).

Outro fator importante são os intervalos entre cios. De acordo com os critérios de GAINES (1994), os intervalos entre cios foram divididos em categorias para que se fosse possível a análise do perfil dessa variável. O perfil do intervalo entre cios geralmente é utilizado para analisar a eficiência da detecção de cio e a mortalidade embrionária (LEITE et al., 2001), considerando que o intervalo entre cios normal é de 21 dias, com a variação média de 18-24 dias (MASSIÉRE, 2009).

A vaca apresenta um período voluntário de espera à primeira cobertura após o parto de 45 a 60 dias. Este período é caracterizado como sendo o intervalo entre o parto até o momento pré-determinado para os animais retornarem à reprodução. Assim, vacas que exibem estro antes dos primeiros 30 dias após o parto requerem menos serviços por concepção ao passo que, se o primeiro cio se der aos 60 dias, as tentativas para engravidar o animal diminuem. É então necessário efetuar o correto manejo do animal e de sua fecundação, pois a inseminação/monta pode ser comprometida por alguns fatores como: observação ineficiente do estro, balanço energético negativo, retenção de placenta, endometrites e anestro (BERGAMASCHI et al., 2010; CARERATO, 2012).

BERGAMASCHI et al. (2010) observaram que os índices reprodutivos como a taxa de concepção, idade a puberdade, idade ao primeiro parto, intervalo de partos e número de doses de sêmen por concepção devem ser analisados em conjunto e não separadamente. Os autores ressaltaram a importância de se observar a qualidade do sêmen, dessa forma, é recomendado usar touros aprovados no exame andrológico ou sêmen de centrais idôneas.

Neste contexto, o número médio de doses de sêmen, ou de serviços, por concepção deve ser de 1,3 a 1,6, o que representa o percentual médio de 60% a 70% de concepção ao primeiro serviço (JUNQUEIRA e ALFIERI, 2006).

3 ESTAÇÃO DE MONTA

O manejo reprodutivo controlado dos animais é a chave da produtividade e do desempenho do rebanho. Conseqüentemente, o rebanho não pode ser adequadamente controlado sem estações de monta e de nascimento definidas. Portanto, um dos primeiros passos para aumentar a eficiência de sistemas de cria de bovinos de corte é a adoção do período de monta (PM) (TORRES et al., 2003).

Em estudo feito por VALLE, ANDEROTTI e THIAGO (1998), o sistema de monta mais primitivo é aquele em que o touro permanece no rebanho durante todo o ano. Como consequência, os nascimentos se distribuem por vários meses, dificultando o manejo das matrizes e das respectivas crias, precarizando o desempenho desses animais.

Entretanto, o desempenho geral de todas as categorias do rebanho de cria se torna mais eficiente se a maioria das matrizes estiver na mesma situação reprodutiva. Quando este estágio é atingido, consegue-se controlar: desempenho da mão-de-obra; reposição eficiente das matrizes e dos touros reprodutores; reprodução, parição e descarte das matrizes; desempenho dos touros reprodutores; profilaxia sanitária; e melhor preço de venda dos animais, devido à uniformidade dos lotes (TORRES et al., 2003).

Neste contexto, a adoção de uma estação de monta ou de cobertura de curta duração é uma prática que facilita as diversas atividades de manejo de um rebanho de cria de gado de corte, inclusive o controle zootécnico dos animais (LEME, BOIN e NARDON, 1989).

Torres-Junior et al. (2009) relataram que a adoção da estação de monta, além de otimizar a utilização da forragem, ainda contribui organizando o tempo disponível para outras atividades dentro da fazenda, como, por exemplo, controle zootécnico e manejo sanitário. Apresenta também a vantagem de padronizar os lotes de bezerros e aumentar o seu peso ao desmame. Assim, faz-se a maximização dos recursos e do cronograma de trabalho, embutindo ganhos operacionais e econômicos significativos.

De acordo OLIVEIRA et al. (2006), estabelecer um período de monta é uma ferramenta prática, facilmente adotada, que exige baixo investimento financeiro por parte do produtor. Entretanto, é importante ter em mente que a mudança repentina

de um sistema de monta o ano todo para a monta durante apenas um curto período é, num primeiro momento, difícil, devido ao grande número de matrizes que deverão ser descartadas do plantel.

Na maioria das vezes a decisão pelo descarte está diretamente relacionada com o objetivo de cada produtor rural. O estado sanitário, nutricional e o desempenho reprodutivo são considerados fatores importantes a serem considerados antes de decidir eliminar ou não um animal do rebanho (BEAUDEAU, 1995 apud SILVA, WINK e BRAGANÇA, 2019). RIBEIRO, McALLISTER e QUEIROZ, (2003) ressaltaram que realizar o descarte de uma vaca do plantel pode ser de modo voluntário, em que o produtor escolhe descartar ou não, ou feito por uma razão alheia à sua vontade, sendo, nesse caso, involuntário.

Os descartes voluntários são aqueles em que o produtor opta pela retirada do animal do rebanho, um exemplo é a idade avançada, visto que vacas mais velhas tendem a apresentar baixos índices produtivos. A reposição dos animais é um exemplo da importância de se realizar o descarte voluntário de forma regular, pois o produtor irá valorizar melhor o animal descartado e possibilitar a escolha dos animais que permanecerão no plantel, promovendo aumento de produção e possibilitando um maior incremento genético no rebanho. Já os descartes feitos involuntariamente são realizados levando em consideração animais que apresentem problemas sanitários, patológicos, reprodutivos, bem como disfunções locomotoras e metabólicas (RIBEIRO, McALLISTER e QUEIROZ, 2003; SILVA, WINK e BRAGANÇA, 2019).

A determinação de um período restrito de acasalamento para vacas de corte torna a fertilidade pós-parto o fator-chave quando o objetivo é obter um bezerro/vaca/ano. Assim o intervalo entre o parto e a concepção para uma vaca ser economicamente viável deve ser de no máximo 82 dias, já que a gestação tem a duração de 283 dias (AVAS & WALTON, 2000; PIMENTEL et al., 2005 apud BRAUNER et al., 2008).

CASTRO, FERNANDES e LEAL (2018) observaram que, reduzindo-se a estação de monta, também é possível identificar as fêmeas de melhor desempenho reprodutivo, pois as vacas mais prolíferas tendem a parir no início do período de nascimento e desmamam bezerros mais pesados. Já aquelas que, sob as mesmas condições, não concebem ou tendem a parir no final do período, devem ser

descartadas, pois fatalmente não irão conceber na próxima estação e, conseqüentemente, prejudicarão a produtividade do rebanho.

Para que a estação de monta seja estabelecida, alguns fatores como a infraestrutura, escolha dos animais com aptidão reprodutiva, época do ano e duração devem ser previamente considerados. A infraestrutura envolve a divisão dos pastos, disponibilidade de água limpa e fresca, presença de sombras e pastagens formadas com gramíneas com boa capacidade de suporte, além de curral com tronco de contenção em bom estado de funcionamento. Outro fator é a escolha de animais aptos à reprodução, sendo que o produtor deve selecionar fêmeas que apresentem bom estado de saúde e condições fisiológicas para o exercício da função reprodutiva. Considera-se a avaliação do escore de condição corporal (ECC) fundamental na escolha dos animais anteriormente ao início do período de reprodução (SILVA; BENEZ, 2015).

Segundo TORRES-JÚNIOR et al. (2009), apud BONATO e SANTOS (2011), devido à extensão territorial do Brasil, cada região do país realiza a estação de monta em determinada época do ano, isso porque é o regime de chuvas, ou seja, período seco ou chuvoso que representa os momentos mais marcantes para o setor agropecuário. Dentro dessa variação anual, a disponibilidade de forragem direciona a época mais adequada às atividades de monta, nascimentos e desmame.

A melhor época destinada ao período de monta é determinada em função da melhor época de nascimento para os bezerros e do período de maior exigência nutricional das vacas, sendo que, com a ocorrência de nascimentos em épocas inadequadas, o desenvolvimento dos bezerros é prejudicado e a fertilidade das matrizes pode ser reduzida substancialmente, devido ao aumento do intervalo parto-primeiro serviço, induzido pela restrição alimentar (VALLE; ANDREOTTI; THIAGO, 1998).

A escolha da época e da duração da monta está em função da distribuição das chuvas e de sua quantidade, que influenciará a qualidade e quantidade de forragem disponível. Deve ser estabelecida para que as matrizes possam ter nutrientes disponíveis para amamentarem sua cria e ciclar. Isso ocorre, normalmente, 40-60 dias após o início e manutenção das chuvas, que pode variar de outubro a janeiro, dependendo da região. Para propriedades que nunca fizeram estação de monta, recomenda-se iniciar com 180 dias de duração e ir diminuindo

para chegar em 75 a 90 dias. Para novilhas a estação pode durar 60-70 dias, quando o manejo (nutricional, sanitário e genético) estiver adequado (BARBOSA, 2017).

OLIVEIRA et al. (2006) ressaltaram a importância de se observar que, para vacas adultas, o período ideal para a duração da estação de monta deve ser entre dois e três meses. Para novilhas, não deve ultrapassar a 45 dias, e, tanto seu início como final, deve ser antecipado em pelo menos 30 dias em relação ao das vacas. A finalidade dessa antecipação é de proporcionar às primíparas, por estarem ainda em crescimento e lactação, tempo suficiente para a recuperação do seu estado fisiológico e início do segundo período de monta, junto com as demais categorias de fêmeas.

No primeiro ano de implantação, o período da estação pode se estender de outubro a março (seis meses) e, nos anos seguintes, ela deve ser ajustada gradativamente, eliminando-se os meses correspondentes aos de poucos nascimentos, até a obtenção do período ideal. Deve-se ter como meta elevados índices de concepção no primeiro mês de monta, para que os nascimentos se concentrem no início da época de parição e as vacas tenham tempo suficiente para recuperar seu estado fisiológico (VALLE; ANDREOTTI; THIAGO, 1998).

4 FISIOLOGIA E CICLO ESTRAL

A manifestação do primeiro cio e ovulação são definidos quando a fêmea entra na puberdade. Segundo AIELLO (2001), apud SILVA et al. (2011), em média, as fêmeas bovinas entram na puberdade aos 12 meses de idade e esta fase é caracterizada pela ocorrência de inúmeras alterações fisiológicas e morfológicas no organismo do animal, que a levarão à primeira ovulação fértil acompanhada de uma fase lúta (FILHO et al., 2008) e ao primeiro sinal de estro (EMERICK et al., 2009).

Estro ou cio são definidos como o período no qual a fêmea apresenta maior receptividade sexual, e sua duração pode ser variável dependendo da espécie. O ciclo estral, no entanto, é o período compreendido entre dois estros consecutivos, em que a fêmea passará por uma sequência de eventos endócrinos, morfológicos e comportamentais. O ciclo estral é caracterizado por ser uma fase bastante

evidente, no qual a fêmea apresentará modificações da genitália, tanto interna quanto externa, bem como alterações facilmente perceptíveis em seu comportamento (GONZÁLES, 2002; MORAES, 2012).

Segundo VALLE (1991), o estro da vaca dura aproximadamente 12 horas e a ovulação ocorre de 12 a 16 horas após o término do cio. Entretanto, é comum que em fêmeas da mesma espécie ocorram variações na duração do cio em função de fatores internos e externos. Sendo assim, o intervalo entre dois cios consecutivos é de 18 a 24 dias, com média de 21 dias, caracterizando a duração do ciclo estral (NEVES; MIRANDA e TORTORELLA, 2010).

O ciclo estral é regulado por mecanismos endócrinos e neuroendócrinos e é controlado pelo eixo-hipotálamo-hipofisário (Figura 1) através de hormônios que compreendem diferentes funções na fisiologia da reprodução da fêmea bovina. O estrógeno e a progesterona (P4) são produzidos por estruturas presentes nos ovários (folículo e corpo lúteo) e estão intimamente ligados à manifestação do cio e à manutenção da gestação. Também presentes no ciclo estral, estão o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), que é produzido no hipotálamo e é responsável pela liberação do hormônio luteinizante (LH), e o hormônio folículo estimulante (FSH). Eles são responsáveis pelo desenvolvimento folicular e ovulação e são produzidos pela glândula pituitária (hipófise anterior) (VALLE, 1991; MOREIRA, 2002).



Figura 1. Controle hormonal do ciclo estral de fêmeas pelo eixo hipotálamo-hipofisário.

Fonte: DIB et al, 2008

De acordo com VALLE (1991), o ciclo estral pode ser dividido em duas fases distintas. A primeira é marcada pelo desenvolvimento do folículo, uma estrutura presente no ovário que contém o óvulo. Esta fase é denominada fase folicular ou estrogênica pois existe uma alta concentração de estrógeno no organismo do animal (SIQUEIRA et al., 2009, apud TREVISOLO et al., 2013).

A segunda fase é denominada fase luteínica ou progesterônica (HAFEZ e HAFEZ, 2004, apud GOTTSCHALL, 2011) e é caracterizada pelo desenvolvimento do corpo lúteo, estrutura formada após a ruptura do folículo, cuja função é produzir progesterona, hormônio responsável pela manutenção da gestação (VALLE, 1991). Segundo Antonioli (2002), esta fase também é marcada pela possível regressão do corpo lúteo, que ocorrerá se o animal não tiver emprenhado no estro anterior. Assim, haverá a liberação de prostaglandina no organismo, que será responsável pela regressão do corpo lúteo, processo conhecido como luteólise.

PANSANI e BELTRAN (2009) relataram que o ciclo estral da vaca também pode ser dividido em quatro fases distintas (Figura 1): proestro e estro (fase estrogênica) e metaestro e diestro (fase progesterônica).

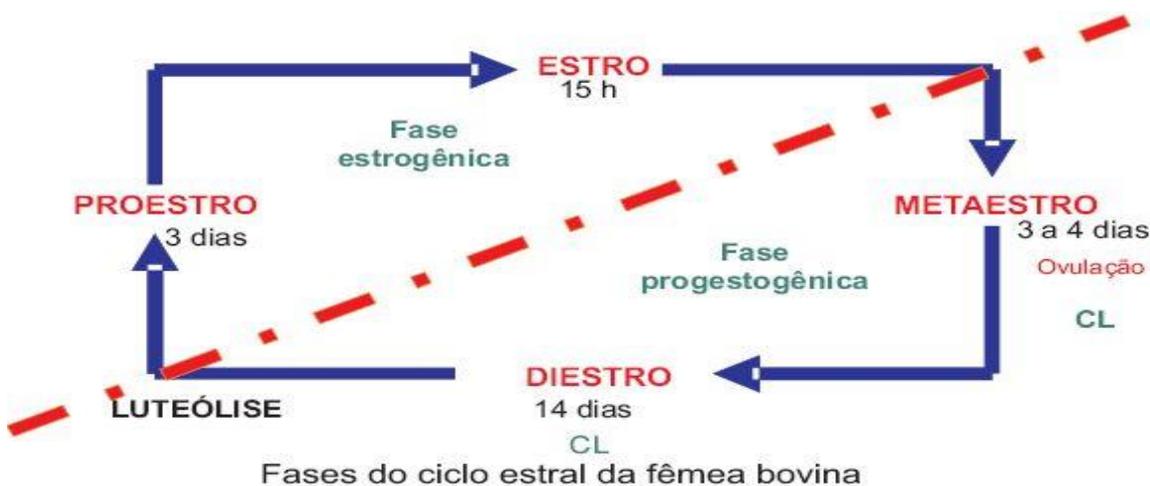


Figura 2. Imagem esquemática da sequência do ciclo estral, iniciando-se pelo proestro e finalizando no diestro

Fonte: Embrapa

O proestro é a fase que antecede o estro ou cio (FURTADO et al., 2011), possuindo duração média de 2 a 3 dias. Segundo VALLE (1991), esta fase é caracterizada por haver uma queda nos níveis de progesterona e em simultâneo um aumento nos níveis de estradiol no sangue, devido ao início do desenvolvimento

folicular. À medida que o folículo se desenvolve, a produção de estradiol pelos folículos aumenta até determinada concentração, com isso o estradiol estimulará a manifestação do cio e uma grande liberação de LH, dando início à segunda fase.

OLIVEIRA (2006), apud FURTADO et al. (2011) relatou sinais visíveis que podem ser observados nesta fase, sendo eles: vulva edemaciada e brilhante, mugir constantemente, cauda erguida, sinais de inquietação, micção constante, estresse, e diminuição do apetite. Outro marcante sinal que a vaca apresenta nesta fase é a tendência em se manter agrupada a outros animais, tentando montar repetitivamente em outras fêmeas.

O estro ou cio dura em média de 8 a 24 horas e é caracterizado basicamente pela aceitação da monta (SOUZA, 2008). Segundo SOARES e JUNQUEIRA (2019), essa receptividade ao macho se dá por consequência dos altos índices de estrógeno sérico no sangue do animal. De acordo com VALLE (1991), os elevados níveis de estradiol são os responsáveis pela indução, a manifestação do cio, pela dilatação da cérvix, pela síntese e secreção do muco vaginal e pelo transporte dos espermatozoides no trato reprodutivo feminino.

A fase seguinte é denominada metaestro, que tem duração média de 2 a 3 dias e é quando ocorre a ovulação, em média 12 horas após o término do estro (SOARES e JUNQUEIRA, 2019). É neste período que o corpo lúteo é formado após a ovulação e passa a secretar quantidades crescentes de progesterona, até atingir sua produção máxima (ANTONIOLLI, 2002). Segundo CUNHA et al. (2019), o corpo lúteo é formado através das células da parede folicular que se diferenciam, nesta fase há também uma queda nas secreções de FSH, LH e estradiol e, em conjunto com o aumento crescente de progesterona circulante no sangue, o corpo lúteo atinge sua maturidade e passa a ser classificado como funcional.

O diestro possui uma duração média de 14 dias, sendo classificada como a fase mais longa do ciclo estral (FURTADO et al., 2011). Neste período a vaca não apresenta sinais de excitabilidade e nem de interesse nos outros animais do lote (SOUZA, 2008). Esta fase é caracterizada por ser o período em que o corpo lúteo passa a ser completamente funcional (VALLE, 1991) e pela frequente circulação de progesterona, que se manterá por todo esse período. No entanto, segundo CUNHA et al. (2019), caso não ocorra a fecundação, o corpo lúteo irá regredir, resultando

na diminuição da concentração de progesterona no sangue, dando início, portanto, a uma nova fase folicular.

GRADELA et al. (2000) relataram evidências de que em bovinos pode haver a existência de 2, 3 e até 4 ondas de crescimento e desenvolvimento folicular durante um único ciclo estral. Contudo, são estabelecidas médias de 3 ondas, em que a emergência destas ocorre entre os dias 0, 9 e 16 do ciclo estral, sendo as duas primeiras anovulatórias (ANTONIOLLI, 2002).

Segundo BARROS et al. (1995), apud FURTADO et al. (2011), durante o desenvolvimento folicular, vários folículos são formados. Contudo apenas um folículo se torna o dominante, ovulando. Assim, o folículo dominante continuará seu desenvolvimento enquanto os demais sofrem atresia, que é a degeneração dos folículos. Com isso, o folículo dominante irá se desenvolver mais rapidamente, impossibilitando o crescimento dos demais e inibindo a formação de um novo grupo folicular.

5 PRINCIPAIS BIOTECNOLOGIAS APLICADAS À REPRODUÇÃO BOVINA

Segundo ALVAREZ (2014), o emprego de qualquer tecnologia que utilize sistemas biológicos, organismos vivos (ou parte deles), para produzir ou modificar produtos ou processos para usos específicos, é definido como biotecnologias, das quais diversas aplicações podem ser utilizadas na produção animal.

A aplicação das biotecnologias reprodutivas na produção oferece um leque de possibilidades que vão desde o ganho econômico, por suas inúmeras aplicações comerciais, até o ganho sob o potencial aumento no número de descendentes de animais geneticamente superiores (RODRIGUES e BERTOLINI, 2019). Assim, o uso das biotecnologias reprodutivas, em vez de técnicas convencionais na reprodução, pode acelerar os processos de seleção das características dos animais de produção, evidenciando as que devam ser alteradas ou mantidas, uma vez que o objetivo é produzir animais saudáveis e mais eficientes (ALVAREZ, 2014).

5.1 Produção *In Vitro* de Embriões (PIVE)

A produção *in vitro* de embriões (PIVE) é uma ferramenta que vem sendo amplamente aplicada na bovinocultura, com propósitos científicos e comerciais. Nas últimas décadas, o Brasil vem se destacando por ser o país que mais produz

embriões através da PIVE, sendo responsável por quase 50% da produção mundial. Esse aumento vem sendo observado quando em comparação à queda da produção de embriões *in vivo* pelo aumento na produção de embriões *in vitro* (Figura 1). Em função da aplicação em larga escala e do sucesso na produção, o Brasil vem se tornando um grande exportador deste modelo de biotecnologia para vários países latino americanos e de outros continentes (MEIRELLES et al., 2008; VIANA, 2012; VIANA et al., 2018).

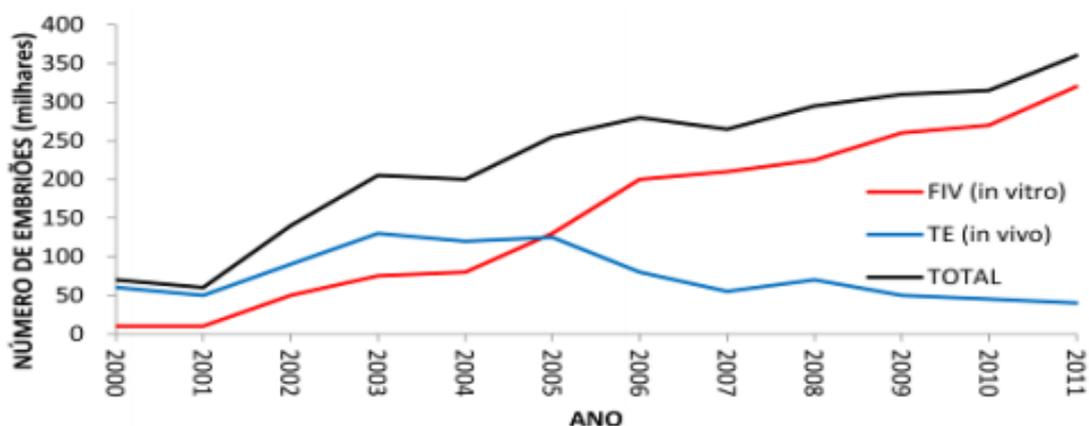


Figura 3: Produção de embriões bovinos no Brasil de 2000 a 2011
Fonte: Adaptado de Viana, 2012

A PIVE é uma ferramenta capaz de aumentar a produtividade do rebanho através da multiplicação rápida e do aumento do número de animais melhoradores (DODE, LEME e SPRÍCIGO, 2013). Esta biotecnologia permite que o espermatozoide e o oócito entrem em contato fora do trato reprodutivo da fêmea, dando formação ao um novo indivíduo (GONÇALVES et al., 2008 apud PEIXER et al., 2018). Isto ocorre através da manipulação dos gametas, em que os processos fisiológicos que aconteceriam naturalmente na fêmea são reproduzidos em condições laboratoriais (SCANAVES, CAMPOS e SANTOS, 2013).

Contudo, a aplicação da PIVE só foi possível após anos de pesquisas, abrangendo diferentes áreas da biotecnologia e da fisiologia da fêmea bovina. Estudos sobre a função, desenvolvimento e metabolismo de gametas e embriões, utilização da ultrassonografia, desenvolvimento de fármacos seguros e efetivos como as prostaglandinas e implantes liberadores de hormônios, desenvolvimento

de meios de cultivo entre outros, foram os fatores determinantes na adoção desta prática (VARAGO, MENDONÇA e LAGARES, 2008).

Para implementar a PIVE como uma ferramenta reprodutiva na propriedade é necessária a adoção de uma série de procedimentos interligados, que vão desde o manejo reprodutivo das doadoras e receptoras, aspiração folicular guiada por ultrassom, procedimentos em laboratório, até a transferência dos embriões (RIZOS, 2008, apud OLIVEIRA, SERAPIÃO e QUINTÃO, 2014). Os procedimentos da produção *in vitro* de embriões em laboratório envolvem três etapas: a maturação oocitária *in vitro*, a fecundação dos oócitos *in vitro* e o cultivo embrionário *in vitro* até os estádios de mórula e blastocisto, quando os embriões poderão ser transferidos ou criopreservados (VARAGO, MENDONÇA e LAGARES, 2008).

A criopreservação ou congelamento de embriões possui um grande significado científico, além de diversas vantagens econômicas e zootécnicas. Através desta biotécnica é possível estocar o material genético de determinada doadora, aproveitando os embriões excedentes da transferência de embriões (TE) e da PIVE (SANTIN, BLUME e MONDADORI, 2009). Contudo, uma característica observada no processo de criopreservação é a criotolerância das células embrionárias, uma vez que o embrião bovino possui apenas cerca de 90 células envoltas por uma forte membrana denominada zona pelúcida, e, caso haja a perda ou injúria de alguma célula específica, os danos podem ser irreparáveis (OLIVEIRA, SERAPIÃO e QUINTÃO, 2014).

5.1.1 Seleção das doadoras

De um modo geral, as fêmeas doadoras selecionadas para participar da PIVE devem ser fêmeas geneticamente superiores e que apresentem adequado estado nutricional. Deve-se observar as fêmeas que possuam uma tendência para recrutamento de um maior número de folículos e conseqüentemente de oócitos (OLIVEIRA, SERAPIÃO e QUINTÃO, 2014). Outro aspecto importante na seleção de doadoras é a possibilidade de se conseguir embriões de fêmeas gestantes. A manipulação da aspiração folicular na fêmea em período gestacional é possível pois os ovários continuam mantendo sua atividade durante a prenhez. Entretanto, a

aspiração deve ser feita até o terceiro mês de gestação, ou até que o médico veterinário tenha acesso aos ovários (SENEDA, RUBIN e LISBOA, 2005).

Segundo OLIVEIRA, SERAPIÃO e QUINTÃO (2014), é importante avaliar animais que possuam cistos ovarianos ou outras patologias que ocasionem desbalanço hormonal, pois foram observados reflexos negativos nas quantidades de gametas obtidos de animais que possuam esse desbalanço. Contudo, de acordo com SCANAVEZ, CAMPOS e SANTOS (2013), uma grande vantagem na escolha de doadoras para a PIVE é o aproveitamento de fêmeas que não podem se reproduzir naturalmente, decorrente de patologias do trato reprodutivo. Outra vantagem está em o produtor ter a possibilidade de utilizar animais senis e pré-púberes, aproveitando melhor o seu rebanho.

5.1.2 Seleção das receptoras

As receptoras desempenham um papel valioso na produção *in vitro* de embriões (PIVE). SCANAVEZ et al. (2013) ressaltaram que o ideal é que as receptoras selecionadas sejam do próprio rebanho, para evitar problemas infecciosos. Na seleção as fêmeas passam por uma avaliação ginecológica, em que somente aquelas que estão ciclando é que serão protocoladas (PELLEGRINO, 2013). Além disso, é importante avaliar se a receptora está em condições reprodutivas adequadas, apresentando bons aspectos uterinos, sem sinais de endometrite ou distúrbios de pelve. Esta avaliação é importante pois qualquer distúrbio pode causar reabsorção embrionária, abortamento e até mesmo distocias no momento do parto (OLIVEIRA, SERAPIÃO e QUINTÃO, 2014).

De acordo com HONORATO et al. (2013), a finalidade da escolha de uma boa receptora está relacionada à sua responsabilidade em manter a gestação e parir um bezerro saudável, pois esse bezerro irá representar o melhoramento genético animal proveniente de uma doadora e de um touro com grande valor zootécnico agregado.

5.1.3 Sincronização de fêmeas receptoras

Após passarem por avaliações ginecológicas e morfológicas, as fêmeas selecionadas para serem receptoras passam por um protocolo hormonal, no qual há a sincronização do cio e da ovulação, permitindo que se estime o momento do cio com razoável precisão (NOGUEIRA et al., 2013). FUCK et al. (2002) observaram que a utilização de protocolos de sincronização pode reduzir consideravelmente os custos fixos na propriedade por meio de um melhor aproveitamento das receptoras, tornando a prática favorável ao produtor.

Segundo FILHO et al. (2013), o uso de eCG (Gonadotrofina Coriônica Equina) em protocolos de sincronização de receptoras é amplamente difundido, e possui resultados consolidados. O eCG apresenta a singularidade de possuir atividade folículo estimulante (FSH) e lutemizante (LH) na mesma molécula, permitindo a manipulação do ciclo estral e a indução de superovulação em várias espécies de importância econômica (PAPKOFF, 1974, apud ALEIXO et al., 1995).

Atualmente se usam protocolos com administração única de agentes luteolíticos, que são mais antigos, e protocolos com a associação de progestágenos com luteolíticos, que são mais novos e utilizados em maior escala (CHAVES e ALVES, 2014). Os protocolos rotineiramente utilizados possuem progesterona (P4), administrada por um dispositivo intravaginal de silicone impregnado de P4, atuando diretamente no ciclo estral de fêmeas bovinas. Estes protocolos têm função na sincronização de cios e ovulação para inseminação artificial em tempo fixo (IATF), sincronização de receptoras para TE, tratamento de anestro, entre outros (SILVA et al., 2011). Também são utilizados protocolos que utilizam benzoato de estradiol (BE), prostaglandina F2 α (PGF2 α), e eCG. Estes têm apresentado bons resultados na taxa de prenhez de receptoras de embrião (BARUSELLI et al., 2000, apud FILHO et al., 2013).

5.1.4 Aspiração folicular guiada por ultrassonografia (Ovum Pick-up - OPU)

A obtenção de oócitos disponíveis para produção *in vitro* de embriões (PIVE) ocorre através da técnica de aspiração folicular transvaginal, ou OPU (ovum pick up) (SENEDA; RUBIN e LISBOA, 2005). Aliada à PIVE, a OPU permitiu ao produtor aumentar o uso do potencial genético de fêmeas de alto valor zootécnico,

bem como a utilização de animais portadores de infertilidade adquirida e incapazes de produzir descendentes (NOGUEIRA, MINGOTE e NICACIO, 2013).

Uma grande vantagem da aspiração folicular é que ela apresenta a possibilidade de ser realizada em momentos aleatórios do ciclo estral. Isto porque os resultados de campo têm mostrado que a qualidade dos oócitos não se alteram, independente da fase do ciclo estral em que o animal se encontra (SENEDA; RUBIN e LISBOA, 2005). Contudo, segundo SENEDAET et al. (2005), apud HONORATO et al. (2013), existe uma variação considerável no número de folículos disponíveis para a aspiração, sendo assim o início da onda é o momento mais favorável para a aspiração, devido ao elevado número de folículos, além de ser possível obter uma maior eficiência na captação dos oócitos.

Previamente, as doadoras são colocadas no tronco de contenção, de maneira calma e evitando ao máximo estresse. Realiza-se a palpação retal para verificar as condições dos ovários, e é executada a lavagem da região perineal com água e sabão, sendo devidamente enxaguadas e desinfetadas com álcool 70%. A analgesia é realizada com anestesia epidural baixa, com 5 ml de lidocaína, 2% e higienização da região perineal com água e álcool 70% (MARIANO et al., 2015)

O procedimento de OPU é realizado utilizando o ultrassom com o transdutor conectado à guia de biópsia e com as agulhas e linha de aspiração em tubos de centrífuga de 50 ml. Assim que a doadora estiver imobilizada, o médico veterinário aplicará uma anestesia epidural com o intuito de evitar que o animal sinta desconfortos e realize movimentos peristálticos, impedindo que ambos se machuquem. Logo após a anestesia, o transdutor é inserido até o fundo vaginal e, com o auxílio manual por meio transretal, os ovários serão posicionados para que haja uma boa visualização da tela do ultrassom (Figura 2). Os folículos serão aspirados de acordo com o posicionamento da linha de punção indicada na tela do ultrassom e, quando a agulha que fica acoplada à guia de biópsia estiver próxima ao folículo, o pedal da bomba de vácuo é ativado, fazendo com que o folículo seja aspirado. Este procedimento deve ser repetido em todos os folículos visíveis em cada ovário (NIBART et al., 1995, apud HONORATO et al., 2013).

Transvaginal Oocyte Recovery

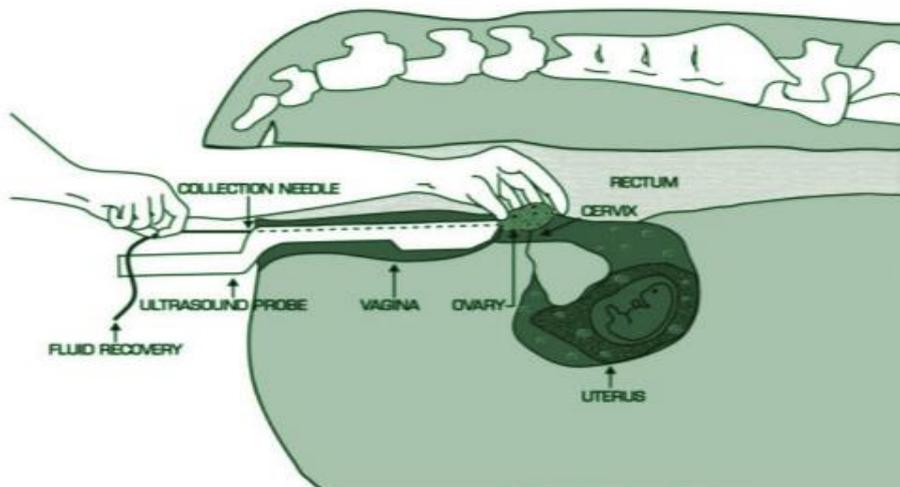


Figura 4: Esquemática da metodologia de Ovum pick up (OPU).

Fonte: Repro360

O material aspirado é transportado para laboratório, e lavado com uma solução salina tamponada (PBS) em filtro de colheita de embriões, até que o conteúdo do filtro se torne translúcido. O sedimento restante no filtro é depositado em placas de Petri de 90 mm, para a procura e seleção dos oócitos. Posteriormente, é efetuada a contagem e avaliação da qualidade dos oócitos recuperados em estereomicroscópios e classificados em graus de I à V (MARIANO et al., 2015).

LEIBFRIED e FIRST (1979), apud FILHO et al. (2013) fizeram as classificações dos oócitos e os dividiram em graus de I à V, sendo: Grau I: Oócitos com cumulus compacto e mais de três camadas de células. Ooplasma com granulações finas e homogêneas, preenchendo o interior da zona pelúcida e de coloração marrom, sendo considerado viável (Figura 4 A). Grau II: também considerado viável, são os oócitos com menos de três camadas de células do cumulus oophorus. Ooplasma com granulações distribuídas heterogeneamente, podendo estar mais concentradas no centro e mais claras na periferia ou condensadas em um só local aparentando uma mancha escura. O ooplasma preenche todo espaço interior da zona pelúcida (Figura 4 B). Grau III: é o último grau em que os oócitos são considerados viáveis, isso porque possuem o cumulus presente, mas expandido. Ooplasma contraído, com espaço entre a membrana celular e a zona pelúcida, preenchendo irregularmente o espaço perivitelino, degenerado, vacuolizado ou fragmentado (Figura 4 C). Grau IV: são oócitos

denominados desnudos sem a presença de células do cumulus, citoplasma com cor e granulação anormais ou com células expandidas com aspecto apoptótico. Esses oócitos são descartados, não passando para o processo de fertilização em laboratório (Figura 4 D).

Assim, pode-se dizer esta seleção vai de acordo com o número de camadas de células do cumulus e o aspecto do citoplasma do oócito. Assim os oócitos que foram classificados como viáveis, de graus I a III, serão transportados para laboratório, para que se tenha início o processo de produção *in vitro* de embriões (NAGAI, 2001; SANGILD, 2000, apud BUENO, 2008). Em laboratório os oócitos passarão por algumas etapas de maturação e fecundação, e quando o zigoto já tiver se formado, este deverá passar por inúmeras divisões celulares ou clivagens, até se constituir em blastocisto, estágio adequado para realização da transferência não cirúrgica (MELLO et al., 2016).

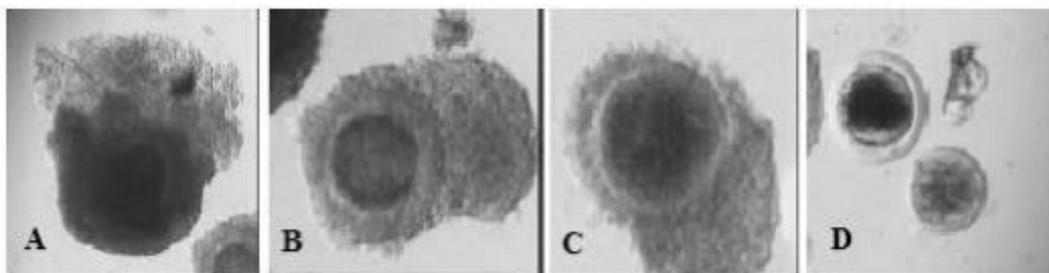


Figura 5: Classificação dos oócitos.
Fonte: STRINGFELLOW e GIVENS, 2010

5.1.5 Transferência de embriões (TE)

Segundo TAMBULENI et al. (2019), a primeira avaliação que deve ser feita em uma receptora no dia da TE é a identificação e a determinação da qualidade do CL e conseqüente ovulação. Este processo é realizado através da palpação transretal ou com o auxílio de um aparelho ultrassom.

Segundo FILHO, OLIVEIRA e TORRES (2012), deve-se verificar se as receptoras estão sincronizadas com a idade do embrião, ou seja, se o embrião tem 7 dias, a receptora deve ter ciclado 7 ± 1 dias atrás. Após a confirmação, é feita a transferência por via transcervical, através de um aplicador semelhante ao utilizado na inseminação artificial (IA). Deve-se passar o aplicador através da cérvix,

realizando a inovulação no terço médio-final do corno uterino ipsilateral ao CL, o mais cranialmente possível.

6 INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO (IATF)

GODOI, SILVA e PAULA (2010) descreveram a IATF como sendo o método reprodutivo capaz de eliminar o maior problema encontrado na IA convencional: a detecção de cios. Através da adoção da IATF na propriedade, o produtor dispensa a necessidade constante de observação de cio, induz a ciclicidade de vacas em anestro, diminui o intervalo de partos (IDP), aumenta o número de bezerros nascidos planejando o nascimento desses bezerros e ainda economiza com mão-de-obra. Isto é possível através da aplicação de protocolos hormonais que favorecem a ovulação e a sincronização de estros eficazes e perceptíveis, a ponto de se definir o momento ideal para a inseminação artificial (MACHADO et al., 2007).

Atualmente, os protocolos mais utilizados na indução da ovulação baseiam-se no uso de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) ou de ésteres de estradiol, combinados com a administração de progesterona (P4) exógena, por dispositivos intravaginais (DIV), de liberação lenta (D'AVILA et al., 2019). Segundo MACHADO et al. (2007), existem duas estratégias de manipulação do ciclo estral através da aplicação dos protocolos hormonais, sendo: 1^a- supressão da atividade ovariana para retardar o estro e 2^a- regressão prematura do CL para antecipar o início do estro. Assim é possível estimar o período ideal para inseminar a vaca, de acordo com o calendário da propriedade.

A aplicação correta da IATF possibilita que 50% das fêmeas sincronizadas sejam emprenhadas com apenas uma inseminação, realizada no período pós-parto 80 dias. Além disso, os animais que não conceberem nessa inseminação poderão ser novamente sincronizados ou colocados com touros para repasse. Isto porque, vacas tratadas com progesterona, mesmo não tendo emprenhado no primeiro protocolo, apresentam maior taxa de serviço e de prenhez durante a estação de monta em comparação com vacas não tratadas (BARUSELLI e MARQUES, 2008 apud GODOI, SILVA e PAULA, 2010).

Segundo PONCIO, (2012) o protocolo mais utilizado na bovinocultura brasileira é o protocolo que utiliza Benzoato de estradiol (BE) como base, isso porque ele apresenta um menor custo, comparado aos que utilizam GnRH. Este protocolo (Figura 6) se inicia com a aplicação de uma fonte intravaginal de progesterona e aplicação de BE no dia zero (D0), que tem por finalidade realizar a regressão do corpo lúteo. No dia 8 (D8) é retirada a fonte de progesterona e aplicado a prostaglandina que é responsável pela regressão do corpo lúteo em processo conhecido como luteólise. No D9 é aplicada outra fonte de BE que dará suporte ao desenvolvimento do folículo dominante. No D10, ou seja, trinta e seis horas após a aplicação do estradiol, é feita a inseminação artificial. Esse período de 36 horas é o tempo que o folículo dominante leva para acabar sua maturação e ocorre a ovulação.

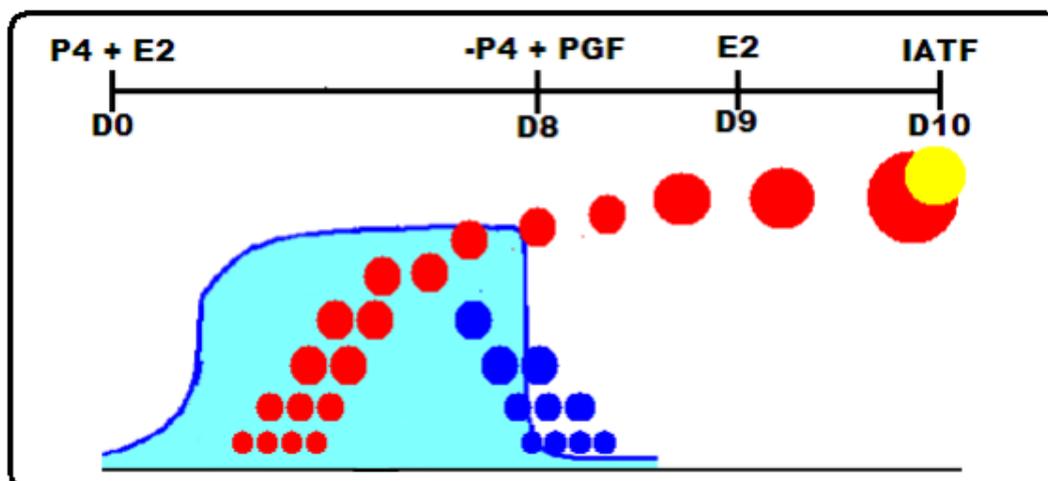


Figura 6. Protocolo de IATF utilizando Benzoato de Estradiol
Fonte: PONCIO, (2012)

INFORZATO et al. (2008) ressaltaram que com o emprego de IATF é possível perceber uma diferença significativa nos resultados de prenhez, na obtenção de um bezerro/ano e nos ganhos quantitativos (número de animais nascidos) e qualitativos (genética) evidenciando o aumento da produtividade, sem perder de vista a lucratividade.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pecuária brasileira está em constante crescimento, contudo é notória a necessidade da implementação das biotecnologias em todas as etapas da produção para que o produtor consiga se manter nesse mercado acirrado. Segundo BARUSSELI et al. (2017) as biotecnologias reprodutivas auxiliam de forma positiva no rebanho bovino pois são fatores determinantes no crescimento dessa cadeia de produção.

Assim, pode-se considerar que a PIVE e a IATF são as principais biotecnologias da reprodução aplicadas na bovinocultura de corte. Atreladas a nutrição, sanidade, planejamento e implementação de uma escrituração zootécnica, é possível que a cadeia de produção de bovinos cresça de maneira sustentável proporcionando ao produtor a meta de um bezerro por vaca ao ano, além da aceleração do melhoramento genético no rebanho.

REFERÊNCIAS

AGROPECUÁRIO, IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO. Censo Agropecuário 2017. 2019.

ALEIXO, José Antonio Guimarães et al. Gonadotrofina coriônica eqüina: purificação, caracterização e resposta ovariana em ovinos e suínos. **Ciência Rural**, v. 25, n. 1, p. 111-114, 1995. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84781995000100021&script=sci_abstract&tlng=pt > Acesso em: 10 nov 2020.

AZEVÊDO, Danielle Maria Machado Ribeiro et al. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 988-996, 2006. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982006000400008&script=sci_abstract&tlng=pt > Acesso em: 10 nov 2020.

BERGAMASCHI, Marco Aurélio Carneiro Meira; MACHADO, Rui; BARBOSA, Rogério Taveira. Eficiência reprodutiva das vacas leiteiras. **Embrapa Pecuária Sudeste-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2010. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/880245/1/Circular642.pdf> > Acesso em: 26 out. 2020.

BERTOLINI, M., & BERTOLINI, L. (2009). Avanços em Biotecnologia Reprodutiva em Bovinos: da Inseminação Artificial à Clonagem. **Revista De La Facultad De Medicina Veterinaria Y De Zootecnia**, 56(3), 184-194. Disponível em: < <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remevez/article/view/13768> > Acesso em: 08 nov 2020.

BUENO, Ataliba Perina; BELTRAN, Maria Paula. Produção *in vitro* de embriões bovinos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 6, n. 11, p. 1-7, 2008. Disponível em: < http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/pyqjdj1dprseHFGW_2013-6-13-15-24-57.pdf > Acesso em: 08 nov 2020.

CARARETO, Rafaela. **Índices zootécnicos que auxiliam a medir a eficiência do sistema produtivo**. Lavras: UFLA, 2012.

CHAVES, D. D. F., & ALVES, M. J. (2014). **Protocolo de Receptoras de Embriões**: Índices de aproveitamento de corpo lúteo e taxas de prenhez, (1997). Disponível em: < http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais_simposio/arquivos_up/documentos/artigos/24e86ba499d0ef87bb84ab19053fd2c9.pdf > Acesso em: 05 nov 2020

CORASSIN, Carlos Humberto et al. Fatores de risco associados a falhas de concepção ao primeiro serviço em vacas leiteiras de alta produção. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 3, p. 311-317, 2009. Disponível em: < <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/4108> > Acesso em 08 out 2020.

CORRÊA, Eduardo Simões et al. Avaliação de um sistema de produção de gado de corte. 1. Desempenho reprodutivo. **Revista Brasileira de Zootecnia= Brazilian Journal of Animal Science**, p. 2209-2215, 2000. Disponível em: < <http://www.sbz.org.br/revista/artigos/2615.pdf> > Acesso em: 20 out 2020.

DA COSTA FILHO, Luiz Carlos Cesar et al. Fatores que interferem na eficiência reprodutiva de receptoras de embrião bovino. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 16, n. 2, 2013. Disponível em: < <https://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/4514> > Acesso em: 20 out 2020.

DE MEIRA GUSMÃO, Alexandre Oliveira; DA SILVA, Antonio Rodrigues; MEDEIROS, Mauro Osvaldo. A biotecnologia e os avanços da sociedade. **Biodiversidade**, v. 16, n. 1, 2017. Disponível em: < <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/4979> > Acesso em: 20 out 2020.

DE OLIVEIRA CAETANO, Graciele Araújo; JÚNIOR, Messias Batista Caetano. Métodos de detecção de estro e falhas relacionadas. **Pubvet**, v. 9, p. 348-399, 2015. Disponível em: < <https://www.pubvet.com.br/artigo/440/meacutetodos-de-deteccedilatildeo-de-estro-e-falhas-relacionadas> > Acesso em: 20 out 2020.

DODE, M. A. N.; LEME, L. O.; SPRICIGO, J. F. W. Criopreservação de embriões bovinos produzidos *in vitro*. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia- Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2013. Disponível em: <[http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v37n2/pag145-150%20\(RB453\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v37n2/pag145-150%20(RB453).pdf)> Acesso em: 03 nov 2020

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Evolução e qualidade da pecuária brasileira**. Campo Grande, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/21470602/EvolucaoQualidadePecuaria.pdf/64e8985a-5c7c-b83e-ba2d-168ffaa762ad>>. Acesso em: 13 oct. 2020.

FUCK, Egon José et al. Uso da gonadotrofina coriônica eqüina em receptoras de embriões para avaliar o incremento da progesterona endógena no dia da inovulação e sua correlação com a taxa de prenhez. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 24, p. 1119-1126, 2002.

GORDO, João Maurício Lucas et al. **Análise da situação da inseminação artificial bovina no estado de Goiás**. 2011.

HONORATO, Marília Torres et al. Importância da escolha de receptoras em um programa de transferência de embriões em bovinos. **PUBVET**, v. 7, p. 1870-1980, 2013.

INFORZATO, Guilherme Repas et al. Emprego de IATF (Inseminação Artificial em Tempo Fixo) como alternativa na reprodução da pecuária de corte. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, v. 11, p. 1-8, 2008.

JÚNIOR, Cicero Pereira Barros et al. Melhoramento Genético em Bovinos de Corte (*Bos indicus*). **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 13, n. 1, p. 4558-4564, 2016.

LEITE, Tisa Echevarria; MORAES, José Carlos Ferrugem; PIMENTEL, Cláudio Alves. Eficiência produtiva e reprodutiva em vacas leiteiras. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 467-472, 2001.

LOPES, Marcos Aurélio; CARDOSO, Milton Ghedini; DEMEU, Fabiana Alves. Influência de diferentes índices zootécnicos na composição e evolução de rebanhos bovinos leiteiros. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 446-453, 2009.

MACHADO, Rui et al. A inseminação artificial em tempo fixo como biotécnica aplicada na reprodução dos bovinos de corte. In: **Embrapa Pecuária Sudeste- Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMANA DO ESTUDANTE, 18., 2007, São Carlos, SP. Palestras... São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.

MARIANO, MV MSc Renata Sitta Gomes et al. **Aspiração Folicular em Ruminantes** – Revisão De Literatura, 2015. Disponível em: < <https://www.semanticscholar.org/paper/ASPIRA%C3%87%C3%83O-FOLICULAR-EM-RUMINANTES-%E2%80%93-REVIS%C3%83O-DE-Mariano-Uscategui/d27e4ee20c74061b3f105867765e67990b11cdb3?p2df> > Acesso em: 05 nov 2020.

MASSIÈRE, Cheila Rúbia Leite. **Indicadores de eficiência produtiva, reprodutiva e econômica de sistemas intensivos de produção de leite do sul de Minas Gerais**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

MEIRELLES, C. et al. EFICIÊNCIA DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL COM SÊMEN SEXADO BOVINO. **Archives of Veterinary Science**, v. 13, n. 2, 2008. Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/12888/8748> > Acesso em: 03 nov 2020.

MELLO, Raquel Rodrigues Costa et al. Produção *in vitro* (PIV) de embriões em bovinos. **R. bras. Reprod. Anim.**, p. 6458-6458, 2016. Disponível em: < <https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/vti-15009> > Acesso em: 08 nov 2020.

NEVES, Jairo Pereira; MIRANDA, Karina Leite; TORTORELLA, Rodrigo Dorneles. Progresso científico em reprodução na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 414-421, 2010.

NEVES, Jairo Pereira; MIRANDA, Karina Leite; TORTORELLA, Rodrigo Dorneles. Progresso científico em reprodução na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 414-421, 2010.

NOGUEIRA, Camilla de Souza. **Impacto da IATF (Inseminação artificial em tempo fixo) sobre características de importância econômica em bovinos**

nelore. 2017. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150283/nogueira_cs_me_jabo.pdf?sequence=3#:~:text=Essa%20pr%C3%A1tica%20gera%20aumento%20do,na%20melhor%20%C3%A9poca%20do%20ano. > Acesso em: 05 nov 2020.

NOGUEIRA, E.; MINGOTI, Gisele Zoccal; NICACIO, Alessandra Corallo. Biotécnicas reprodutivas para aceleração do melhoramento genético. **Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2013. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/980600> > Acesso em: 08 nov 2020.

OLIVEIRA, Clara Slade; SERAPIÃO, R. V.; QUINTÃO, Carolina Capobiango Romano. Biotécnicas da reprodução em bovinos: minicursos ministrados durante o 3º Simpósio "Biotécnicas da Reprodução em Bovinos" no Laboratório de Reprodução Animal do Campo Experimental Santa Mônica. **Embrapa Gado de Leite-Documents (INFOTECA-E)**, 2014. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1001858> > Acesso em: 05 nov 2020.

PEIXER, Patrícia *et al.* Produção *in vitro* de embriões bovinos. **REVISTA ESPACIOS**, [S. l.], v. 39, n. 16, p. 2-15, 10 jan. 2018. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a18v39n16/a18v39n16p02.pdf> >. Acesso em: 18 nov. 2020.

PELLEGRINO, Carlos Augusto Gontijo. **Avaliação econômica da produção *in vitro* de embriões bovinos de diferentes grupos genéticos em sistema comercial**. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/SMOC-A39NL6/1/tesecarlospellegrino_281013_pdf> Acesso em: 05 nov 2020.

PENITENTE FILHO, J. M., OLIVEIRA, F. A., JIMENEZ, C. R., & TORRES, C. A. A. (2011). **Produção de embriões bovinos *in vivo* e *in vitro***. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jurandy_Penitente-Filho/publication/236943702_Producao_de_embrioes_bovinos_in_vivo_e_in_vitro/inks/0deec51a4ba5cf15c0000000.pdf > Acesso em 06 nov 2020.

PEROTTO, Daniel; ABRAHÃO, José Jorge dos Santos; KROETZ, Inácio Afonso. Intervalo de partos de fêmeas bovinas Nelore, Guzerá x Nelore, Red Angus x Nelore, Marchigiana x Nelore e Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 733-741, 2006.

PIRES, V.A.; ARAUJO, C.R.; MENDES, Q.C. 2004. Fatores que interferem na eficiência reprodutiva de bovinos de corte. In: **Simpósio Pecuária Intensiva nos Trópicos**. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de ueiroz, p. 355-398.

PONCIO, Vinicius Antonio Pelissari. Eficiência de dois protocolos de iatf utilizando benzoato de estradiol ou gnrh. 2012. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1332340766.pdf> > Acesso em: 13 nov 2020.

REPRO360 <https://www.repro360.com.au/reproductivetechologies/ivf> Acesso em: 19 nov 2020.

ROLLEMBERG SANTIN, Tiago; BLUME, Hélio; GIANELLA MONDADORI, Rafael. Criopreservação de embriões—metodologias de vitrificação. **Veterinária e Zootecnia**, v. 16, n. 4, p. 561-574, 2012.

ROSA, A. do N.; MENEZES, GR de O.; DA SILVA, L. O. C. Melhoramento genético aplicado em gado de corte: Programa Geneplus-Embrapa. **Embrapa Gado de Corte-Livro científico (ALICE)**, 2013.

SCANAVEZ, A. L.; CAMPOS, C. C.; SANTOS, R. M. Taxa de prenhez e de perda de gestação em receptoras de embriões bovinos produzidos *in vitro*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 3, p. 722-728, 2013. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352013000300017&script=sci_abstract&tlng=pt > Acesso em: 08 nov 2020.

SENEDA, M. M. et al. Aspiração folicular *in vivo*: metodologias, eficiência e seqüelas. In: **Congresso Brasileiro de Reprodução Animal**. 2005. p. 1-9.

SILVA, Paula Regina Basso et al. Regulação farmacológica do ciclo estral de bovinos. **Pubvet**, v. 5, p. Art. 1251-1257, 2011. Disponível em: < <https://www.pubvet.com.br/artigo/2168/regulaccedilatildeo-farmacoloacutegica-do-ciclo-estral-de-bovinos>

TAMBULENI, Adalberto Hidulica Pipa et al. Avaliação de receptoras de embriões bovinos usando ultrassonografia modo-B e Doppler colorido. **R. bras. Reprod. Anim.**, p. 25-30, 2019. Disponível em: < [http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v43/n1/p25-30%20\(RB767\).pdf](http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v43/n1/p25-30%20(RB767).pdf) > Acesso em: 08 nov 2020.

VARAGO, F. C.; MENDONÇA, L. F.; LAGARES, M. de A. Produção *in vitro* de embriões bovinos: estado da arte e perspectiva de uma técnica em constante evolução. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 32, n. 2, p. 100-109, 2008. Disponível em: < <http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/RB152%20Varago%20pag100-109.pdf> > Acesso em: 08 nov 2020.

VIANA, J. H. M. et al. Features and perspectives of the Brazilian *in vitro* embryo industry. **Animal Reproduction (AR)**, v. 9, n. 1, p. 12-18, 2018. Disponível em: < <http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v9n1/pag12-18.pdf> > Acesso em: 16 nov 2020.

VIANA, JOÃO. Levantamento estatístico da produção de embriões bovinos no Brasil em 2011: mudanças e tendências futuras. **OEMBRIÃO**, [S. l.], p. 1-32, 2012. Disponível em: <http://www.sbte.org.br/arquivos/jornal/51.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2020

VIEIRA, Rômulo José. Biotécnicas aplicadas à reprodução bovina: generalidades. **Ciência Animal**, Fortaleza, v. 22, n. 1, p. 55-65, 2012. Disponível em: < http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/CONERA_PALESTRA%20%285%29.pdf > Acesso em: 20 out 2020.

VILELA, D. et al. Pecuária de leite no Brasil: Cenários e avanços tecnológicos. Brasília: EMBRAPA, 2016. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164236/1/Pecuarria-de-leite-no-Brasil.pdf> > Acesso em: 08 out 2020.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE DESENVOLVIMENTO
INSTITUCIONAL
Av. Universitária, 1069 | Setor Universitário
Caixa Postal 86 | CEP 74605-010
Goiânia | Goiás | Brasil
Fone: (62) 3946.3081 ou 3089 | Fax: (62) 3946.3080
www.pucgoias.edu.br | prodir@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO n.º 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Lázara Caroliny Barros de Souza do Curso de Zootecnia, matrícula 20152.0027.0119-5 telefone: (62) 3211-5759/ (62) 996562442 e-mail: lazaracarolinybs9@hotmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n.º 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Produção *in vitro* de embriões aplicada à reprodução de bovinos de corte, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Video (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 10 de dezembro de 2020.

Assinatura do(s) autor(es): Lázara Caroliny B. de Souza

Nome completo do autor: Lázara Caroliny Barros de Souza

Assinatura do professor-orientador: Breno de Faria e Vasconcellos

Nome completo do professor-orientador: Breno de Faria e Vasconcellos