

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Nathália Pasi Reis

**DATA DE PARTO, DESEMPENHO PÓS-PARTO E PERÍODO DE  
LACTAÇÃO SOBRE A PROBABILIDADE DE PREENHEZ EM VACAS  
DE CORTE**

Santa Maria, RS  
2023

Nathália Pasi Reis

**DATA DE PARTO, DESEMPENHO PÓS-PARTO E PERÍODO DE LACTAÇÃO  
SOBRE A PROBABILIDADE DE PREENHEZ EM VACAS DE CORTE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

Orientador: Dr. Ricardo Zambarda Vaz  
Coorientador: Dari Celestino Alves Filho

Santa Maria, RS  
2023

Reis, Nathália  
Data de parto, desempenho pós-parto e período de lactação sobre a probabilidade de prenhez em vacas de corte / Nathália Reis.- 2023.  
74 p.; 30 cm

Orientador: Ricardo Zambarda Vaz  
Coorientador: Dari Celestino Alves Filho  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, RS, 2023

1. Desempenho reprodutivo 2. Período de lactação 3. Vacas de corte 4. Idade da vaca I. Zambarda Vaz, Ricardo II. Alves Filho, Dari Celestino III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFEM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

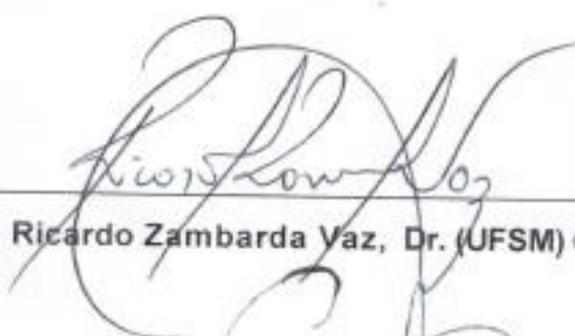
Declaro, NATHÁLIA REIS, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

**Nathália Pasi Reis**

**Data de parto, desempenho pós-parto e período de lactação sobre a probabilidade de prenhez em vacas de corte.**

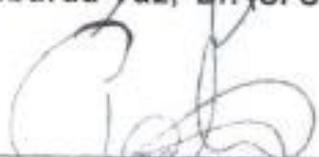
Dissertação apresentada ao Curso / Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

Aprovada em 20 de janeiro de 2023.



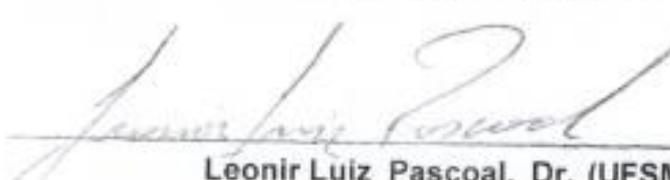
---

**Ricardo Zambarda Vaz, Dr. (UFSM) Orientador)**



---

**Cristian Faturi, Dr. (UFRA)**  
Defesa por videoconferência



---

**Leonir Luiz Pascoal, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, RS.  
2023

## RESUMO

### DATA DE PARTO, DESEMPENHO PÓS-PARTO E PERÍODO DE LACTAÇÃO SOBRE A PROBABILIDADE DE PREENHEZ EM VACAS DE CORTE

Autora: Nathália Pasi Reis  
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Zambarda Vaz

A bovinocultura de corte é um importante setor de produtividade para o país, porém os seus indicadores podem ser melhorados, aumentando assim a eficiência desse setor. Os baixos índices produtivos são, muitas vezes, ocasionados pela falta de planejamento da utilização dos recursos nutricionais. A nutrição influencia na fertilidade, através do fornecimento de nutrientes específicos, necessários para os processos de desenvolvimento do folículo, da ovulação, da maturação oocitária, da fertilização, da sobrevivência embrionária e o do estabelecimento e manutenção da gestação. O potencial reprodutivo é influenciado pelos efeitos nutricionais a curto e a longo prazo sobre o estro e durante os diferentes estados fisiológicos. O ganho de peso corporal de vacas após o parto e durante a estação de monta é fundamental para melhorar o desempenho reprodutivo, exerce grande influência na atividade reprodutiva das fêmeas, condições corporais intermediárias ao parto, pode garantir melhor desempenho reprodutivo das fêmeas. A fase de lactação é o período mais crítico para as vacas com maiores exigências nutricionais. Por essa razão é importante que as vacas ao parto tenham uma boa condição corporal para atender as necessidades exigidas para sua manutenção. Devido a todos os fatores anteriormente citados, o objetivo desse estudo foi avaliar e quantificar o quanto cada fator provável influenciador na prenhez pode afetar com seu incremento ou diminuição. O experimento foi realizado na Granja Itú, no município de Itaqui – RS. O desempenho reprodutivo foi avaliado por três anos, utilizando 284 lactações de vacas Braford, com idades variando entre 3 a 5 anos. Para a elaboração dos modelos e análise estatística foi utilizado o pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2. Para análise das variáveis foi utilizado regressão logística, através do procedimento LOGISTIC. As variáveis na equação de regressão foram submetidas a teste de multicolinearidade e os parâmetros foram avaliados pela estatística de razão de chances (*odds ratio*), em que a mudança nas chances de prenhez foi estimada a partir da função de acréscimos ou decréscimos nas unidades das variáveis regressoras. O aumento na idade de um ano representou, um acréscimo de 30% na prenhez, enquanto a redução de um ano diminuiu as chances de prenhez em 23%. No período de lactação sete dias a mais de lactação reduziu em 12% as chances de prenhez e a antecipação do desmame a cada sete dias incrementou em 14% as chances de prenhez das vacas. Um aumento de 0,1 kg no ganho médio diário representou incrementos de 17 e 15% na chance de prenhez das vacas nos primeiros 60 dias pós-parto e dos 60 dias ao final da estação de monta, respectivamente. Ao contrário, a perda de 0,1 kg no ganho média diário promoveu redução em 14 e 13% nas chances de prenhez das vacas. Fatores como idade, precocidade de parto na estação de parto, redução do bezerro ao pé da vaca, melhora no desempenho entre parto e ao final da monta, são estratégias que aumentam as chances de prenhez em vacas de corte.

**Palavras chave:** Condição corporal, desempenho reprodutivo, ganho de peso, lactação, período pós-parto

## ABSTRACT

### DATE OF CALVING, POSTPARTUM PERFORMANCE AND LACTATION PERIOD ON THE PROBABILITY OF PREGNANCY IN BEEF COWS

Author: Nathália Pasi Reis  
Advisor: Prof. dr. Ricardo Zambarda Vaz

Beef cattle is an important productivity sector for the country, but its indicators can be improved, thus increasing the efficiency of this sector. Low production rates are often caused by lack of planning for the use of nutritional resources. Nutrition influences fertility by providing specific nutrients necessary for the processes of follicle development, ovulation, oocyte maturation, fertilization, embryonic survival and the establishment and maintenance of pregnancy. Reproductive potential is influenced by short-term and long-term nutritional effects on estrus and during different physiological states. The body weight gain of cows after parturition and during the reproductive period is essential to improve reproductive performance, exerts a great influence on the reproductive activity of females, intermediate body conditions at parturition, and can guarantee better reproductive performance of females. The lactation phase is the most critical period for cows with higher nutritional requirements. For this reason, it is important that cows at calving have a good body condition to meet the needs required for their maintenance. Due to all the previously mentioned factors, the objective of this study was to evaluate and quantify how much each probable influencing factor in pregnancy can affect with its increase or decrease. The experiment was carried out at Granja Itú, in the municipality of Itaquí - RS. Reproductive performance was evaluated for three years, using 284 lactations of Braford cows, with ages ranging from 3 to 5 years. For the elaboration of the models and statistical analysis, the statistical package SAS (Statistical Analysis System, version 9.2. For analysis of the variables, logistic regression was used, through the LOGISTIC procedure. The variables in the regression equation were submitted to a multicollinearity test and the parameters were evaluated using the odds ratio statistics (*odds ratio*), in which the change in the chances of pregnancy was estimated from the function of increases or decreases in the units of the regression variables. The one-year increase in age represented a 30% increase in pregnancy, while the one-year decrease decreased the chances of pregnancy by 23%. In the lactation period, seven days more of lactation reduced the chances of pregnancy by 12% and the anticipation of weaning every seven days increased the chances of pregnancy by 14% of the cows. An increase of 0.1 kg in the average daily gain represented increments of 17 and 15% in the cows' chance of pregnancy in the first 60 days postpartum and 60 days to the end of the reproductive period, respectively. On the contrary, the loss of 0.1 kg in the average daily gain promoted a reduction of 14 and 13% in the cows' chances of pregnancy. Factors such as age, precocity of calving in the calving season, reduction of the calf to the cow's foot, improvement in performance between calving and at the end of the mating, are strategies that increase the chances of pregnancy in beef cows.

**Keywords:** Body condition, reproductive performance, weight gain, lactation, postpartum period

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>10</b>
2.1 Objetivo Geral .....	10
2.2 Objetivos Específicos .....	10
<b>3. Revisão de Literatura.....</b>	<b>11</b>
3.1 Nutrição e condição corporal de fêmeas bovinas.....	11
3.2 Peso corporal da vaca e a reprodução.....	15
3.3 Idade da vaca ao parto.....	16
3.4 Época de parto .....	18
3.5 Período de lactação e produção de leite .....	18
<b>4. Artigo – Desempenho, data de parto e período de lactação sobre a probabilidade de prenhez de vacas de corte.....</b>	<b>21</b>
<b>5. Considerações finais .....</b>	<b>46</b>
<b>Referências.....</b>	<b>48</b>
Anexos.....	53

## 1. INTRODUÇÃO

O rebanho bovino no Brasil é composto por cerca de 224 milhões de cabeças (IBGE, 2021) e o estado do Rio Grande do Sul possui aproximadamente 11 milhões de cabeças (IBGE, 2021). Porém, a pecuária brasileira ainda apresenta baixos índices produtivos. No Rio Grande do Sul, o índice de bezerros corresponde a 55-56 bezerros para cada 100 vacas cadastradas na Secretaria da Agricultura do estado do RS. Dessa forma, é necessário praticamente duas vacas para produzir um bezerro a cada ano, ou ainda, cada vaca produz um bezerro a cada dois anos. Sendo assim, se faz necessário a implantação de novas técnicas e tecnologias para o aumento da eficiência no rebanho de cria. O rebanho de cria é a base para a produção de novilhos para abate e fêmeas para a reposição, sendo necessário buscar uma maior eficiência produtiva das vacas de corte para a intensificação do sistema de produção.

Para a intensificação da pecuária de corte é necessária a maior eficiência produtiva das vacas dentro do sistema de produção, necessitando as mesmas para serem consideradas produtivas produzirem um bezerro a cada ano. A nutrição adequada dos rebanhos de cria exerce papel fundamental, contribuindo e favorecendo o desempenho reprodutivo. Além de cada vaca ter de produzir um bezerro a cada ano, é importante que as mesmas produzam o maior número de bezerros durante a sua vida útil, evitando falhas nos anos. Para a intensificação dos sistemas de produção, são necessários aumentos na taxa de prenhez (PACHECO et al., 2020), diminuição do intervalo de partos (CERDÓTES et al., 2004), aumentos na condição corporal (DISKIN e KENNY., 2016).

Vários fatores podem contribuir com a não prenhez em vacas de corte, interferindo de forma negativa nas suas eficiências produtivas, variando as respostas dos animais em função as diferentes categorias. Os bezerros gerados nos sistemas de produção são oriundos da categoria das novilhas, primíparas e das vacas adultas. Cada categoria anteriormente citada, possui necessidades nutricionais diferentes a serem atendidas, necessitando os sistemas produtivos se adequarem, principalmente, quanto ao nível nutricional visando o não comprometimento da atividade reprodutiva.

A dificuldade de prenhez se agrava em vacas de primeira cria (CASTILHO et al., 2018), sendo um entrave para a produção. Além da categoria animal, idade ao acasalamento adotada na propriedade (BITENCOURT et al., 2020), a presença do bezerro lactente (LEMES et al., 2017), a raça (RESTLE et al., 2004), e o tamanho corporal (VARA et al., 2020), também são importantes para escolher as matrizes para permanecerem nos diferentes rebanhos de cria.

Algumas alternativas para correção de manejo auxiliam no aumento da taxa de prenhez dos rebanhos. O desmame precoce, permite que as vacas consigam recuperar o peso e reservas corporais, e dessa forma, permitindo que os nutrientes ingeridos sejam direcionados para recuperação da vaca após desencarregar a mesma da produção de leite para o bezerro (VAZ e LOBATO., 2010). Para o sucesso reprodutivo é importante que a vaca ganhe peso no pós-parto, e durante a estação de monta (CASTILHO et al., 2018). Animais que estão sob restrição alimentar, utilizam das suas reservas corporais, e dessa forma, acabam perdendo peso e escore de condição corporal. Além desses fatos, o parto precoce dentro da estação de parição, favorece os incrementos na taxa de prenhez (BITENCOURT et al., 2020). Partos precoces favorecem aos animais mais tempo de pastagem em melhores condições até o período de acasalamento (ELOY et al., 2022), além dos animais em sistemas modulados em pastagens naturais terem o pós-parto em uma melhor oferta qualitativa e quantitativa de forragem.

O objetivo do estudo foi avaliar os fatores ambientais passíveis de afetar o desempenho reprodutivo, quantificando os fatores determinantes da prenhez na razão de chance do aumento ou diminuição da taxa de prenhez de vacas de corte.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

- Avaliar diferentes fatores ambientais na probabilidade de prenhez de vacas de corte.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar os efeitos de diferentes períodos de lactação na prenhez de vacas de corte;
- Avaliar os efeitos dos pesos corporais ao parto, ao desmame, ao início e fim da estação de monta na prenhez de vacas de corte;
- Avaliar os efeitos do escore de condição corporal do parto e até o final da estação de monta na prenhez de vacas de corte;
- Avaliar os efeitos da data de parto dentro da estação de parição na prenhez de vacas de corte;
- Avaliar os efeitos da idade das vacas na prenhez.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

A revisão da dissertação consta de diversos fatores e seus reflexos na prenhez de vacas de corte. Serão discutidos fatores como nutrição pós-parto e seus reflexos no escore de condição corporal e no ganho de peso das vacas de corte, período de amamentação das vacas, data de parto dentro da temporada de monta.

#### **3.1 Nutrição e condição corporal de fêmeas bovinas**

A nutrição possui papel fundamental na reprodução de bovinos de corte, principalmente relacionado a fatores como oferta de nutrientes para produção de folículos, fertilidade, ovulação e no estabelecimento da gestação (SILVA et al., 2016). Na partição de nutrientes no organismo do animal segue uma ordem para utilização, visando primeiro manter a vida e posterior para propagação da espécie. Short et al. (1990), citam a ordem para a divisão dos nutrientes na seguinte sequência: metabolismo basal, atividade muscular, crescimento, reserva energética, prenhez, lactação, ciclo estral e gestação. Dessa forma, as funções reprodutivas só serão funcionais quando o balanço entre qualidade e quantidade da dieta suprir a demanda de crescimento, metabolismo e reserva de nutrientes.

A energia é uma limitação nutricional nos sistemas produtivos brasileiros, pois grande parte está baseado em pastagens naturais, e devido ao clima normalmente ocorre, uma grande oscilação na qualidade e disponibilidade de forragem. Vacas de corte em lactação necessitam de energia para a produção de leite, e no caso de primíparas, a exigência é aumentada, pois ainda estão em crescimento. A ingestão

insuficiente de energia está relacionada a um baixo desempenho reprodutivo, resultando em um período prolongado de anestro pós-parto (FRANCO et al., 2016).

A ingestão de nutrientes pré e pós-parto é fator importante na duração do anestro, conseqüentemente, no intervalo parto-concepção e na taxa de prenhez (DISKIN e KENNY., 2016). Avaliando a suplementação energética no pré e pós-parto, Brasil et al. (2021), constataram apresentarem as primíparas suplementadas reduções no tempo da involução uterina, diminuição do intervalo de partos, em consequência da melhora no escore de condição corporal.

O aumento da ingestão de concentrado pode ser um pré-requisito para a reestabelecer a função ovariana em vacas no pós-parto. A ingestão adequada de nutrientes por um período de 71 dias pós-parto diminuiu o intervalo do parto até a primeira ovulação, seguida por uma diminuição na fase lútea normal de 120 para 100 dias, indicando um retorno precoce a ciclicidade (CICCIOLI et al., 2003).

O crescimento dos folículos pós-parto é influenciado pela ingestão de energia, uma nutrição inadequada por um longo ou curto período, pode afetar a produção de folículos da fêmea levando ao anestro (DISKIN e KENNY., 2016). O déficit de energia no pré e pós-parto reduz a fertilidade nas fêmeas e bloqueia o início do estro, pois durante o balanço energético negativo a maturação folicular é inadequada, resultando em uma ausência de manifestação de estro (MONTIEL e AHUJA., 2005).

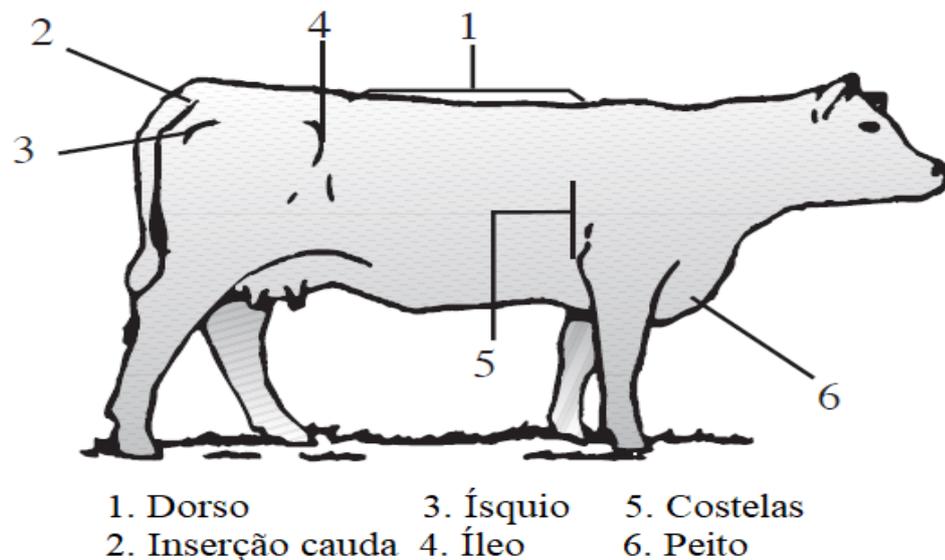
A nutrição adequada atua diretamente sobre o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) hipotalâmica. O decréscimo da secreção de GnRH é a causa da baixa secreção pulsátil do hormônio luteinizante (LH), e com a inadequada secreção de LH o folículo dominante não se torna ativo, secretando quantidades insuficientes de estradiol, inibindo uma onda ovulatória de LH e estro (FRANCO et al., 2016).

O estradiol exerce um feedback positivo no hipotálamo, aumentando os pulsos de GnRH, assim que o estradiol ultrapassa um certo nível, o hipotálamo responde com um pico GnRH, induzindo um pico de LH que inicia a ovulação. Dessa forma, o hormônio do folículo estimulante (FSH) estimula o crescimento dos folículos ovarianos e o LH estimula a sua maturação, produção de estradiol e ovulação. (PTASZYNSKA., 2013). Nas ondas foliculares, normais ocorrem o crescimento folicular atingindo a sua dominância. Após o parto, esse folículo não apresenta uma taxa de crescimento adequada, não tendo produção suficiente de estradiol para

induzir o pico de LH entrando o folículo dominante em atresia, surgindo na sequência o início de uma nova onda folicular. (MONTIEL e AHUJA., 2005).

A condição corporal das vacas irá refletir no seu desempenho reprodutivo, uma vez que fêmeas com condições corporais adequadas e bem nutridas, apresentam maior número de folículos nos ovários e também maiores chances de folículos com capacidade de ovular. A avaliação da condição corporal é uma análise subjetiva usada como uma ferramenta para o manejo nutricional de vacas de corte. Essa avaliação consiste em observar regiões como dorso, inserção da cauda, ísquio, ílio, costela e peito, onde há maior ou menor deposição muscular e de gordura, pontuando de 1 a 5, onde 1 é extremamente magra e 5 muito gorda. (EVERSOLE et al., 2009; NAZHAT et al., 2021).

Figura 1- Regiões para análise do escore corporal



Fonte: Adaptado (Eversole et al., 2009).

A condição corporal da vaca deve ser avaliada pelo menos três vezes por ano, no desmame, 60-90 dias antes do parto e ao parto. É importante a avaliação nessas datas, por serem períodos determinantes do sucesso reprodutivo. Conhecendo os escores de condição corporal das vacas em datas importantes do ciclo de produção, há maiores chances de recuperar o escore com uma nutrição adequada (EVERSOLE et al., 2009).

O ganho de peso corporal de vacas após o parto e durante a estação de monta é fundamental para melhorar o desempenho, sendo esse efeito mais acentuado em animais em crescimento (BITENCOURT et al., 2020). Segundo Lobato et al. (2010), a vaca primípara deve ganhar pelo menos 100 kg desde o início do primeiro acasalamento até o parto. Dessa forma, a primípara deve apresentar escore de condição corporal de no mínimo 3 ao parto, para conseguir atingir 3,5 de pontuação até o início da próxima estação de monta.

Cada ponto de escore de condição corporal em vacas adultas equivale aproximadamente a 50 quilogramas de peso corporal. No entanto, vários fatores podem contribuir para uma não consistência de incremento de peso e escore de condição corporal. A idade da vaca (BITENCOURT et al., 2020), o estado fisiológico (CERDÓTES et al., 2004), a raça (RESTLE et al., 2004), a condição nutricional em que os animais estavam submetidos (PILAU E LOBATO., 2009).

A literatura é contraditória em relação ao aumento de peso por unidade de escore corporal. Para Diskin e Kenny. (2016) o aumento de uma unidade do escore de condição corporal (ECC), equivale a 70 quilogramas de aumento de peso corporal, sendo esses valores divergentes aos encontrados por Rasby et al. (2014), onde a mudança de uma unidade de escore de condição corporal equivale entre 34 a 36 quilogramas de peso corporal. Valores diferentes são relatados por (MORRIS et al., 2006), que seu trabalho, avaliando sistema de pontuação de escore de 1 a 5, vacas com idade de 3 a 8 anos, das raças Hereford e Holandesa e os cruzamentos dessas raças, a mudança de uma unidade de ECC equivale a 59 quilogramas. Em outro estudo Morris et al. (2002) verificaram menores valores de aumento de peso corporal de 15 e 30 quilogramas necessários para aumentar o escore de condição em uma unidade, em sistemas de avaliação com pontuações de 1 a 10 e de 1 a 5, respectivamente.

Osoro e Wright. (1992), encontraram variação de 107 quilogramas por mudança de unidade de escore corporal em vacas da raça Hereford, Holandesa, Blue Grey e suas cruzas, animais com idade de 4 a 13 anos. Torres et al. (2015), ao avaliarem a influência do escore corporal na taxa de prenhez de vacas de corte constataram ter o ECC influência na prenhez das vacas, onde o aumento de 0,5 unidade de ECC implicou 39,0% de incremento na probabilidade da prenhez. Grecellé et al. (2006), também verificaram efeito positivo do ECC na probabilidade

de prenhez, com o aumento de 0,5 unidades de ECC aumentando em 34,1% a probabilidade de prenhez.

### 3.2 Peso corporal da vaca e a reprodução

O tamanho da fêmea bovina depende da genética, nutrição e do manejo no qual são criadas, tendo relação com a eficiência produtiva e reprodutiva do animal e com os custos de produção (VARA et al., 2020). Animais mais pesados são importantes, pois as receitas dos rebanhos são em função da venda dos quilogramas de peso corporal, porém esses animais de grande porte devem ser compatíveis com a qualidade nutricional da propriedade (VAZ et al., 2016). A busca por novilhos mais pesados, determina também nas suas irmãs maior peso, porém essas permanecerão nos rebanhos por períodos mais longos reproduzindo, e conseqüente maior exigência nutricional.

Geralmente vacas leves são mais eficientes na produção de quilogramas de bezerros em relação ao seu peso ao parto e no desmame, quando comparadas as vacas mais pesadas (VAZ et al., 2016). Vara et al. (2020) ao trabalharem com vacas da terceira e quarta geração de cruzamentos das raças Charolês e Nelore, constataram serem as vacas leves mais eficientes ao parto e ao desmame aos 63 dias, produzindo 23,7 e 23,4 quilogramas de bezerro para cada 100 quilogramas de vaca, quando comparadas as vacas moderadas (21,3 e 21,1 kg, respectivamente) e pesadas (19,9 e 19,9 kg, respectivamente).

A maior eficiência das vacas de menor tamanho é devido a menor demanda por proteína e nutrientes digestíveis totais necessários para produção desses animais (NRC 2016). Vacas menores sofrem menos com as mudanças nutricionais e ambientais, conseguindo dessa forma, manter uma produção mais estável em comparação a vacas de tamanho maiores em sistemas não ideias de nutrição (VARA et al., 2020).

Vaz et al. (2022) ao avaliarem diferentes pesos à concepção de vacas de corte, constataram serem as vacas com maiores pesos na concepção e maiores ganhos de pesos no período gestacional mais produtivas quando comparadas as vacas com menor peso corporal na concepção e menor ganho de peso gestacional na produção de bezerros desmamados aos 90 dias.

Pacheco et al. (2020) ao avaliarem peso corporal em novilhas de corte mantidas em pastagem natural, obtiveram ganho de peso negativo do parto ao desmame (-0,207 kg/dia). O ganho negativo pós-parto ocorreu, pois, as fêmeas ainda estavam em crescimento e as demandas como a lactação aumentam a necessidade nutricional, levando a um baixo desempenho das fêmeas. Variações negativas de peso corporal semelhantes ao trabalho anterior, foram encontrados por Cerdótes et al. (2004) ao comparar vacas desmamadas aos 63 dias, suplementadas ou não, onde o ganho médio diário para as não suplementadas foi negativo (-94 g/dia) nos primeiros 42 dias pós-parto, e logo após aos 63 pós-parto as vacas apresentaram ganho médio diário negativo de -217g/dia.

Lobato et al. (2021), constataram que vacas primíparas suplementadas com concentrado 30 dias antes do início da monta, apresentam maior ganho de peso em relação as fêmeas não suplementadas (0,465 e 0,227 kg/dia, respectivamente), com reflexos no desempenho reprodutivo onde as primíparas suplementadas obtiveram maior taxa de prenhez aos 42 dias de monta do que as não suplementadas, com valores de 28,6 e 9,5%, respectivamente.

### 3.3 Idade da vaca ao parto

A idade das vacas no momento do acasalamento, possui influência positiva ou negativa nos indicadores reprodutivos (BITENCOURT et al., 2020). Vacas totalmente desenvolvidas, mesmo parindo mais tarde dentro da temporada de parição e tendo menor tempo para recuperação no período pós-parto até o acasalamento, possuem melhores índices de repetição de prenhez quando comparadas as vacas ainda em crescimento, e paridas precocemente dentro da temporada de parição (BITENCOURT et al., 2020).

O desempenho reprodutivo das primíparas pode afetar as próximas gerações do rebanho de cria, fatores como a primeira lactação, crescimento, falta de nutrição adequada e estresse ao primeiro parto, podem estar relacionadas com o baixo desempenho reprodutivo. (LOBATO et al., 2021).

Em estudo Morris et al. (2006) constataram, a influência da idade das vacas no intervalo de partos (IP), onde vacas jovens paridas aos três anos de idade apresentaram intervalo de partos maior em 23 dias quando comparadas as vacas adultas de até oito anos de idade, com valores de 387 e 364 dias, respectivamente.

Além disso, a mudança no peso e escore de condição corporal do pré-parto até o parto, apresentaram correlações negativas no intervalo de partos para vacas de quatro e cinco anos, ou seja, quanto maior a perda de peso corporal maior é o intervalo de partos. O fornecimento de uma alimentação adequada para vacas jovens minimizará a perda de peso e de escore de condição corporal até o segundo parto, resultando em intervalo de partos menores nessa idade. Cerdótes et al. (2004) ao desmamarem vacas Charolês, Nelore e suas cruzas precocemente aos 42 dias pós-parto, verificaram comportamentos semelhantes para vacas adultas e velhas, com intervalos de partos de 356 e 353 dias, respectivamente, e as primíparas ou em crescimento, apresentaram intervalo de partos superior de 377 dias.

Vacas primíparas e velhas no período de aleitamento podem perder peso. A perda de peso das primíparas e das vacas velhas é em decorrência da condição fisiológica que essas vacas se encontram, onde as primíparas ainda estão em crescimento, mobilizando suas reservas corporais para a produção de leite e nas vacas velhas essa mobilização se reflete na baixa capacidade de aproveitamento dos nutrientes (CERDÓTES et al., 2004; RESTLE et al., 2001).

Avaliando o desempenho produtivo de vacas de corte suplementadas no pós-parto Cerdótes et al. (2004) relataram aumentos na percentagem de parição acompanhando a idade das vacas, com valores de 82,0, 76,3, 57,5 e 41,4% para vacas velhas acima 8 anos de idade, adultas de 6-8 anos de idade, jovens de 4-5 anos de idade e primíparas, respectivamente. Nessas mesmas idades Cerdótes et al. (2004), verificaram ser a suplementação, independentemente da idade das vacas, um potencializador da taxa de parição.

Vieira et al. (2005), ao avaliarem o desempenho reprodutivo de vacas Nelore de vacas de diferentes idades (três até 13 anos) na região do cerrado, verificaram influência do número de partos na taxa de prenhez. Primíparas apresentaram em média taxa de prenhez de 69%, estabilizando-se com idade entre 5 e 10 anos, ficando em torno de 90%, e apresentando declínio após os 10 anos de idade. Ocorreu também uma maior tendência de vacas a partir dos 4 ou 5 anos de idade desmamarem bezerros mais pesados, com a máxima produção da vaca alcançada aos sete a oito anos de idade.

### 3.4 Época de parto

A base da nutrição da pecuária de cria no Rio Grande do Sul são as pastagens naturais, que conforme a época do ano pode apresentar baixa ou alta de produção de forragem. Normalmente, vacas paridas no início da estação de parição, consomem forragem de baixa qualidade no final da gestação e logo após o parto, sendo assim, o nível nutricional insuficiente para o aumento da condição corporal. No entanto, vacas paridas precocemente na temporada de parição possuem um tempo maior de recuperação até o início da estação de monta subsequente (CASTILHO et al., 2018).

Vacas mantidas em pastagens naturais e paridas tardiamente na estação de parição, apresentam pesos e escore de condição corporal superior a vacas paridas precocemente. Isso acontece devido a melhor qualidade e disponibilidade das pastagens naturais (BITENCOURT et al., 2020). Porém, vacas paridas precocemente na estação de parição, tendem a ser mais eficientes, pois se alimentam por mais tempo com uma pastagem de melhor qualidade e dessa forma, conseguem desmamar bezerros mais pesados (VAZ et al., 2020).

Castilho et al. (2018), ao avaliarem diferentes épocas de parição de primíparas, constataram serem as vacas paridas precocemente mais eficientes na produção de quilogramas de bezerros desmamados. A nutrição disponibilizada a essas vacas no pós-parto associada a um maior período de lactação ofertado aos bezerros, em decorrência ao parto antecipado, proporcionou maiores produções de bezerros por vaca mantida, mesmo sendo primíparas aos dois anos de idade.

### 3.5 Período de lactação e produção de leite

A lactação é um período instável para as vacas, pois ocorre um aumento na demanda energética do animal, coincidindo após a passagem do pico da produção de leite com estação reprodutiva subsequente. A produção de leite em bovinos de corte é importante para os sistemas de produção, porém a mesma não pode interferir no desempenho reprodutivo das vacas. Normalmente, ocorre uma competição de funções biológicas entre a lactação e a reprodução, onde a lactação se torna prioridade, resultando em um desvio de nutrientes para a produção de leite (LEMES et al., 2017; SHORT et al., 1990).

A amamentação e o balanço energético negativo em vacas de corte, faz com que o hipotálamo da vaca fique extremamente sensível ao estradiol, baixas concentrações desse hormônio seja suficiente para inibir a secreção pulsátil de GnRH. Com o passar dos dias no pós-parto, com uma nutrição adequada que atenda as exigências nutricionais da vaca, essa sensibilidade do hipotálamo ao estradiol diminui fazendo com a frequência de pulso de LH aumente, até chegar no ponto em que o folículo cresce e produz estradiol suficiente para acontecer o pico de LH. (MONTIEL e AHUJA., 2005).

Maiores produções de leite podem influenciar negativamente o escore de condição corporal de vacas de corte, conseqüentemente, influenciando a reprodução, muito em função da interação entre o nível nutricional e a extensão da lactação. Mesmo com a diminuição da produção de leite após o pico da produção, a exigência nutricional ainda segue sendo alta. Além desse fato, a simples presença do bezerro junto da mãe, o processo de sucção diária e constante por parte do mesmo no úbere são fatores inibidores do desencadeamento da atividade reprodutiva (MONTIEL E AHUJA., 2005; PIMENTEL et al., 2006; BRAUNER et al., 2008).

O aleitamento associado ao baixo aporte nutricional das fêmeas bovinas, causa um efeito inibitório no retorno a atividade cíclica ovariana (MONTIEL e AHUJA., 2005). A presença do bezerro e a sucção criam estímulos metabólicos, neurais, táteis, olfatórios e visuais que juntos, inibem a síntese de LH, não sendo possível responder de forma adequada o estímulo do GnRH (GONZÁLEZ et al., 2004). O ato da mamada induz a liberação de hormônios como opióides, glicocorticóides e prolactina que são reguladores da liberação do GnRH e LH (SHORT et al., 1990).

LEMES et al. (2017) ao avaliarem o desempenho de vacas primíparas aos 4 anos sobre dois níveis de produção de leite, alta e baixa, constataram terem as vacas que produzem mais litros de leite maiores demandas nutricionais, e em decorrência desse fato, maiores perdas de peso, com prejuízos reprodutivos principalmente em condições não ideais de nutrição. Vacas com maior produção de leite apresentaram taxa de prenhez 22,23% inferior as vacas com menor produção de leite (LEMES et al., 2017).

Estudos mostram que bezerros filhos de vacas com alta produção de leite, apresentam um melhor desenvolvimento, e também um melhor peso ao desmame

(CERDÓTES et al., 2004; VAZ e LOBATO.. 2010). Porém, maiores produções de leite são associadas a uma maior perda das reservas corporais, e, portanto, é importante a busca por fenótipos econômicos visando a redução das necessidades das vacas, com melhor utilização dos recursos forrageiros com o menor custo de manutenção e maior produtividade. (RESTLE et al., 2004; VAZ et al., 2016; LEMES et al., 2017).

#### **4. ARTIGO**

**Desempenho, data de parto e período de lactação sobre a probabilidade de  
prenhez em vacas de corte<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> O artigo é apresentado de acordo com as normas da revista Scientia Agricola  
Artigo aceito em 29 de novembro de 2022.

**Desempenho, data de parto e período de lactação sobre a probabilidade de  
prenhez em vacas de corte**

Nathália Pasi Reis<sup>1</sup>; José Fernando Piva Lobato<sup>2</sup>; João Restle<sup>3</sup>; Rangel Fernandes Pacheco<sup>4</sup>; Amoracyr José Costa Nuñez<sup>3</sup>; Dayana Bernardi Sarzi Sartori<sup>5</sup>; Ricardo Zambarda Vaz<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria/CCR, Departamento de Zootecnia, Avenida Roraima, 1000, 97105-900, Santa Maria - RS, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Faculdade de Agronomia, Departamento de Zootecnia, Avenida Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre - RS, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Goiás/Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Av. Esperança, s/n - Chácaras de Recreio Samambaia, 74690-900, Goiânia - GO, Brasil

<sup>4</sup> Instituto Federal Farroupilha/Campus de Frederico Westphalen, Linha 7 de setembro, BR 386, Km 40 s/n, 98400-000, Frederico Westphalen - RS, Brasil.

<sup>5</sup> Universidade Federal de Santa Maria/Campus Palmeira das Missões, Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Avenida Independência, 3751, 98300-000, Palmeira das Missões - RS, Brasil.

## **Desempenho, data de parto e período de lactação sobre a probabilidade de prenhez em vacas de corte**

**Resumo:** Determinar o que e quanto cada fator ambiental reflete na prenhez em bovinos de corte é crucial para a sustentabilidade e gestão dos rebanhos de cria. O estudo avaliou através da regressão logística o efeito das variáveis ambientais no aumento ou redução da taxa de prenhez em vacas de corte. A taxa média de prenhez nas vacas foi de 73%, com média de idade para o rebanho de 3,7 anos. Um aumento na idade de um ano representou, um acréscimo de 30% na prenhez, enquanto a redução de um ano diminuiu as chances de prenhez em 23%. No período de lactação sete dias a mais de lactação reduziu em 12% as chances de prenhez e a antecipação do desmame a cada sete dias incrementou em 14% as chances de prenhez das vacas. Um aumento de 0,1 kg no ganho médio diário representou incrementos de 17 e 15% na chance de prenhez das vacas nos primeiros 60 dias pós-parto e dos 60 dias ao final da estação de monta. Por outro lado, a perda de 0,1 kg no ganho média diário promoveu redução em 14 e 13% nas chances de prenhez das vacas. Fatores como idade, precocidade de parto na estação de parto, redução do bezerro ao pé da vaca, melhora no desempenho entre parto e ao final da monta, são estratégias que aumentam as chances de prenhez em vacas de corte.

**Palavras-chave:** Escore de condição corporal, idade da vaca, intervalo parto a estação de monta, dias de lactação, peso ao parto.

## Introdução

A taxa de prenhez dos rebanhos bovinos é uma variável com forte impacto na eficiência produtiva dos rebanhos de cria (Burns et al., 2010; Pacheco et al., 2020), onde a intensificação dos sistemas de produção passa por etapas sendo necessário o aumento da taxa de prenhez (Mulliniks et al., 2020), estando a fisiologia reprodutiva relacionada ao manejo e a nutrição dos rebanhos (Klein et al., 2021).

A reprodução em bovinos de corte pode ser influenciada por fatores genéticos e ambientais aos quais os rebanhos estão submetidos durante o ciclo produtivo, mas principalmente, do parto ao final da estação de monta. Fatores como pesos e escores de condição corporal (Bohnert et al., 2013), ganhos de peso pós-parto e durante o período de reprodução (Cerdótes et al., 2004), a idade da vaca (Bitencourt et al., 2020), o tempo de lactação (Vaz & Lobato, 2010; Orihuela & Galina, 2019), período entre o parto e o início da estação de monta (Pacheco et al., 2020) entre outros, são condicionantes de sucessos ou fracassos reprodutivos dos rebanhos de cria.

A lactação em bovinos de corte é predominante sobre as demais atividades fisiológicas, onde a vaca prioriza a produção de leite em relação a reprodução. Na maioria dos sistemas de produção, a vaca não consegue atender todas as suas demandas, devido a uma baixa ingestão de nutrientes em relação às exigências nutricionais, não tendo assim uma produção adequada (Montiel & Ahuja, 2005). De acordo com sua gravidade, o balanço energético negativo influencia a produção e liberação de hormônios relacionados à reprodução determinando o período de anestro em vacas de corte.

Devido a toda essa complexidade, inerentes a cada sistema de produção, o sucesso da reprodução em bovinos de corte ainda não é compreendido, sendo importante quantificar o quanto cada fator pode influenciar no sucesso reprodutivo do rebanho. Para tanto, são necessárias mais informações sobre como se relacionam a nutrição e a reprodução em vacas de corte, principalmente em condições extensivas de pastejo, sem o controle do consumo dos animais e ainda é escassa (Eloy et al., 2022), bem como quantificar como cada fator potencial pode influenciar na prenhez das vacas de corte (Pacheco et al., 2022).

O objetivo do estudo foi integrar potenciais variáveis ambientais que podem afetar o desempenho reprodutivos para quantificar a razão de chance do aumento ou diminuição da taxa de prenhez de vacas de corte através de curvas de resposta dos preditores mais importantes.

## **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no município de Itaqui - RS, a latitude 29° 12' sul e longitude 55° 36' oeste. Os solos profundos da região são naturalmente ácidos e classificados como latossolo vermelho distrófico. De acordo com a classificação de Köppen o clima é subtropical (Cfa). A umidade relativa média é de 73% com uma precipitação média de 1600,0 (Alvares et al., 2013). Todos procedimentos foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFSM, sob o processo nº 2388280122.

O desempenho reprodutivo foi avaliado utilizando 284 lactações de vacas Braford, sendo 134, 85 e 65 com três, quatro e cinco anos de idade, respectivamente. As vacas foram avaliadas durante três anos consecutivos, sendo

primíparas aos três anos de idade, secundíparas aos quatro anos de idade e terceríparas aos cinco anos de idade. As vacas foram manejadas sempre em um grupo único, mantidas em todas as gestações quando primíparas em pastagem natural, (com carga animal de 320 kg de peso corporal/ha). Durante as lactações, como secundíparas e terceríparas, as vacas eram mantidas em pastagem de Braquiária Brizanta (*Brachiaria brizantha cv Marandu*) e Braquiária Humidícola (*Brachiaria Humidicola (Rendle) schweick*), respectivamente. O único manejo que diferenciou entre as vacas foi a idade de desmame dos bezerros.

O manejo reprodutivo foi a monta natural na proporção 1:25 touro/vaca, com touros previamente aprovados em avaliação de libido e exame andrológico. Os diagnósticos de gestação por ultrassonografia foram realizados 30 dias após o término dos períodos reprodutivos. A parição ocorreu no período de 07 de setembro a 16 de outubro, de 10 de setembro a 01 de dezembro e de 05 de outubro a 25 de novembro para os anos um, dois e três, respectivamente.

O desmame ocorreu a partir de dezembro a março e foi realizado em etapas, com os períodos de lactação das vacas variando entre 55 e 178 dias, sendo essa variação distribuída nos três anos.

Para ajustar a capacidade de pastejo, as vacas foram pesadas nas primeiras 24 horas após o parto, nas datas dos desmames, ao início e ao final dos períodos reprodutivos, e nos demais períodos a cada 28 dias para ajuste da lotação das pastagens. Os ganhos de pesos diários foram determinados pela diferença de peso corporal das vacas entre as pesagens dividido pelo número de dias entre as mesmas. Nas pesagens realizou-se a avaliação do escore de condição corporal das vacas (escala 1 a 5, sendo 1= muito magra e 5= gorda; Nazhat et al., 2021).

As variáveis testadas foram: período de lactação (dias); intervalo entre o parto e o final da estação reprodutiva (dias); o peso (kg) e escore corporal da vaca (pontos) - ao parto, aos 60 dias pós-parto e ao final da estação de monta; os ganhos médios diários (kg) entre o parto aos 60 dias pós-parto e dos 60 dias pós-parto até o final da estação reprodutiva; a idade da vaca ao parto.

### **Análises Estatísticas**

Para a elaboração dos modelos e análise estatística utilizou-se o pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2). A variável-resposta taxa de prenhez foi representada pelo número 1 (um) para fêmea prenha e 0 (zero) para fêmea não-prenha, sendo analisada através de regressão logística pelo procedimento LOGISTIC. Entre as variáveis preditoras realizou-se o diagnóstico de multicolinearidade através da análise da matriz de correlações de Pearson e das medidas do fator de inflação da variância, índice de condição, autovalores ( $\lambda$ ) e proporções da variância associadas com cada  $\lambda$  (Khalaf & Iguernane, 2016; Sari et al., 2018). As variáveis testadas no modelo matemático devem apresentar correlação de Pearson significativa para a taxa de prenhez e baixa multicolinearidade com as demais variáveis. As variáveis peso da vaca (kg) e escore corporal (pontos), ao parto, aos 60 dias pós-parto e ao final da estação de monta, não foram significativamente correlacionadas ( $P < 0,05$ ) pelo teste de correlação de Pearson com a taxa de prenhez, ou aumento da multicolinearidade e, portanto, não foram incluídos nos modelos testados.

Após o diagnóstico de multicolinearidade o conjunto de covariáveis usado para construir cada modelo foi selecionado com base na significância de cada

covariável obtida a partir do teste de razão de verossimilhança. A seleção foi realizada através de diversos modelos de regressão múltipla com efeitos lineares, lineares e quadráticos, assim como suas interações foram testados a partir do método *stepwise*. A probabilidade limite para entrar e permanecer no modelo foi de 0,25 e 0,30; respectivamente (Hosmer et al., 2013). A escolha do melhor modelo a ser adotado considerou o teste de Hosmer and Lemeshow de qualidade de ajuste, considerando  $p > 0,30$  (Hosmer et al., 2013).

Após o ajuste do modelo (estimação dos parâmetros  $\beta$ 's) foi testado a significância das variáveis decorrentes do modelo, com o intuito de determinar se as variáveis independentes estavam significativamente relacionadas com a chance de parição. Os testes utilizados para testar a qualidade do modelo ajustado e a significância individual do conjunto de parâmetros do modelo foram o teste de Wald e o teste de escore.

O modelo de regressão múltipla ajustada para a taxa de prenhez das vacas é expresso pela seguinte equação:

$$P_i = \frac{\exp(y_i)}{1 + \exp(y_i)} = \left[ 1 + \exp(-y_i) \right]^{-1}$$

em que o  $P_i$  no modelo é a chance da  $i$ -ésima vaca ser diagnosticada como prenha;

$$y_i = \mu + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \epsilon_i$$

em que  $\mu$  é uma constante;  $X_{1i}$ , idade ao parto (anos) da  $i$ -ésima vaca;  $X_{2i}$ , intervalo do parto ao final do período de monta (dias) da  $i$ -ésima vaca;  $X_{3i}$ , período de lactação (dias) da  $i$ -ésima vaca;  $X_{4i}$ , ganho médio diário do parto ao desmame da

$i$ -ésima vaca;  $X5i$ , ganho médio diário (kg) do desmame ao final da estação de monta (kg) da  $i$ -ésima vaca;  $\varepsilon_i$ , erro aleatório associado a  $i$ -ésima vaca.

Para a interpretação dos coeficientes utilizou-se a razão de chances (*odds ratio*) estimada por  $OR = \exp(bk)$ , que é a razão das proporções para dois resultados possíveis, ou seja, a razão entre sucesso ( $\pi_j$ ) e fracasso ( $1 - \pi_j$ ), da vaca ficar prenha ou não. As razões entre chances foram baseadas no denominador médio do conjunto de dados para cada modelo. As unidades de mudança das variáveis regressoras, foram: 1 (um) ano para a idade; 7 (sete) dias para o intervalo entre o parto e o final da estação de monta; 7 (sete) dias para o período de lactação; 0,100 kg para o ganho médio diário do parto ao desmame; 0,100 kg para o ganho médio diário do desmame ao final da estação de monta.

## Resultados

A predição da taxa de prenhez em bovinos de corte exige procedimentos estatísticos de análises multivariadas com auxílio de regressão logística. Essas análises estatísticas têm com uma das premissas a ausência ou baixa presença de multicolinearidade no modelo estatístico (Khalaf & Iguernane, 2016; Sari et al., 2018). Dessa forma, a presente análise foi submetida às recomendações de Khalaf & Iguernane (2016), que sugerem valores críticos para FIV quando maior que 10, para  $\lambda$  quando menor que 0,01 para IC quando maior que 50 indicando multicolinearidade significativa. A análise descritiva das variáveis independentes e a taxa de prenhez mostram as médias sobre as quais foram estimadas as taxas de prenhez (Tabela 1).

## **Valor da multicolinearidade e equação de regressão logística**

Após o diagnóstico de multicolinearidade ajustado para o intercepto (Tabela 2) considerando somente as variáveis significantes formou-se a equação de regressão logística (Tabela 3). Os efeitos idade da vaca, período de lactação, intervalo entre o parto e o final da monta; ganho médio diário entre o parto e os 60 dias pós-parto e ganho médio diário dos 60 dias pós-parto ao final da estação de monta entraram na equação de regressão logística para explicar a probabilidade de prenhez. Pelos valores observados no Fator de Inflação da Variância (FIC), do autovalor ( $\lambda$ ), do índice de condição (IC) e proporção da variância associada com os autovalores, não foram realizados ajustes para reduzir a multicolinearidade. Com base na estatística de Hosmer et al. (2013), não há evidência de falta de ajuste do modelo ( $p=0,5294$ ) (Tabela 3).

As variáveis de peso e escore corporal ao parto, aos 60 dias, ao início e fim da estação de monta, foram introduzidas no modelo e retiradas, posteriormente, pela ocorrência de multicolinearidade com a idade das vacas, sendo essa uma premissa de não existir ou ser praticamente inexistente. A opção por deixar a idade no modelo é devido a maior significância da mesma nos ajustes das equações.

### **Efeito da idade das vacas**

Pela estatística de razão de chances, com base na idade média desse rebanho de 3.7 anos, aumentos de um ano na idade representaram incrementos de 30% na prenhez, enquanto a redução de um ano, reduz em 23% as chances de prenhez das vacas (Tabela 4).

### **Efeito do período de aleitamento na probabilidade de prenhez**

No período de lactação aumentos de sete dias na permanência do bezerro ao pé da vaca reduz em 12% as chances de prenhez e a antecipação do desmame a cada sete dias incrementou em 14% as chances de prenhez das vacas, tendo como base um período de lactação médio de 102 dias (Tabela 4).

### **Intervalo entre parto e o final da estação de monta**

Incrementos de sete dias no intervalo médio de 133 dias entre o parto ao final da estação de monta representaram 28% a mais de chance das vacas ficarem prenhas e ao contrário, com diminuição de sete dias promoveu uma redução de 21% na probabilidade de prenhez (Tabela 4).

### **Ganhos de peso pós-parto**

Com base em ganhos médios diários de 0,233 e 0,248 kg/dia, para os primeiros 60 dias pós-parto e entre os 60 dias pós-parto até o final da estação de monta, aumentos de 0,100 kg representaram incremento de 17 e 15% na chance de prenhez das vacas, respectivamente. Por outro lado, a diminuição em 0,100 kg nos primeiros 60 dias pós-parto e destes até o final da estação de monta promoveu redução em 14 e 13% nas chances de prenhez das vacas, respectivamente (Tabela 4).

## Discussão

Os pesos e escores de condição corporais das vacas desde o parto até o final da estação de monta mesmo com incrementos, não participaram da equação formadora de probabilidades de prenhez devido à multicolinearidade dos mesmos com a idade dos animais. Os parâmetros de peso e escore de condição corporal tiveram incrementos do parto ao final da estação de monta devido as melhores condições nutricionais, as quais as vacas foram submetidas após o parto, com uma ingestão maior de nutrientes, proporcionando além da manutenção, condições nutricionais para ganho de peso e acúmulo de escore corporal, os quais estão correlacionados positivamente com o desempenho reprodutivo da fêmea (Vaz et al., 2020; Klein et al., 2021). O escore de condição corporal representa as reservas corporais disponíveis que serão usadas para lactação e reprodução e se a nutrição é inadequada, as reservas corporais se esgotam diminuindo o escore de condição corporal (Diskin & Kenny, 2016), ocasionando baixa ovulação. Vacas com escore de condição corporal mais elevado, normalmente, apresentam melhores desempenhos (Bohnert et al., 2013). Os escores de condição corporal médios, ao parto, aos 60 dias pós-parto e ao final da monta do presente estudo podem ser considerados bons para expor a reprodução vacas de corte. Por outro lado, o escore de condição corporal, sendo o mesmo analisado independente do tamanho e do estado fisiológico do animal e estar relacionado com a prenhez das vacas (Bohnert et al., 2013), pode não ser correto, pois pode ocorrer diferenças na adaptabilidade dos indivíduos ao ambiente interferindo no comportamento metabólico, hormonal e reprodutivo das vacas de corte.

## **Efeito da idade das vacas**

O incremento na taxa de reprodução com o avanço da idade das vacas no presente estudo se deve as mesmas serem primíparas, secundíparas e terceiríparas, para os anos um, dois e três de avaliação, com partos aos três, quatro e cinco anos de idade, respectivamente. Dessa forma, não foram avaliadas vacas com idade avançada, a qual pudesse limitar seu desempenho. Vacas adultas apresentam desempenho reprodutivo superior em relação a vacas jovens (Vieira et al., 2005; Bitencourt et al., 2020), pois já estão desenvolvidas fisiologicamente e, dessa forma não necessitam de um maior aporte nutricional, diferentemente de vacas jovens que necessitam de um manejo diferenciado, para que sejam atendidas as suas maiores exigências para suprir os requerimentos de manutenção, crescimento, lactação e reprodução (Bitencourt et al., 2020). Vieira et al., (2005), ao trabalharem com um rebanho da raça Nelore, no cerrado, verificaram comportamento quadrático do desempenho reprodutivo das vacas com incrementos nas taxas de prenhez até o sétimo parto com decréscimo com a avanço do número de partos, e diminuindo á medida que o número de nascimentos aumentava. Ao avaliar os efeitos determinantes na prenhez em novilhas e vacas primíparas em 43 experimentos conduzidos em propriedades rurais, em sistemas a pasto e em ambientes não ideais de nutrição, Eloy et al. (2022), encontraram maior facilidade de prenhez em novilhas associado com menor prenhez em vacas primíparas, devido aos efeitos do estresse da primeira lactação enquanto ainda está em crescimento.

Ao avaliarem vacas adultas e vacas ainda em crescimento Bitencourt et al., (2020) verificaram superioridade reprodutiva de 66% para as vacas adultas quando comparadas as vacas em crescimento. Esses mesmos autores ao estratificarem

conforme a precocidade de partos dentro da estação de parição, verificaram que as vacas adultas mesmo parindo no fim do período de partos, possuem melhores desempenhos reprodutivos do que vacas em crescimento mesmo essas tendo partos mais precoces.

### **Efeito do período de aleitamento na probabilidade de prenhez**

A probabilidade de prenhez das vacas mostrou alta sensibilidade ao se reduzir o período de lactação das vacas. Nos sistemas de cria a produção de leite é importante devido a correlação positiva com o peso de desmame dos bezerros. No entanto, a produção de leite e a presença física do bezerro ao pé da vaca, são inibidores do desencadeamento hormonal responsável pela reprodução em fêmeas bovinas (Montiel e Ahuja, 2005; Orihuela & Galina, 2019), muito em função do incremento da exigência nutricional para a produção leite, a qual é a maior exigência da vaca de corte no seu ciclo de produção (NRC, 2016). Dessa forma, desmamar precocemente os bezerros (76 dias de idade) permite às vacas recuperarem o peso corporal, possibilitando incrementos significativos nas taxas de prenhez do que vacas amamentando seus bezerros por maiores períodos (Vaz & Lobato, 2010; Orihuela & Galina, 2019). O desmame precoce dos bezerros potencializa a reprodução das vacas de corte com maior intensidade em vacas primíparas (Vaz & Lobato, 2010), tendo com essa categoria, maiores pesos corporais ao parto influenciam na taxa de prenhez (Vaz et al., 2020). Cerdótes et al. (2004) ao avaliarem o desempenho produtivo de vacas desmamadas aos 42 ou 63 dias pós-parto, verificaram um intervalo de partos 17 dias menor, proporcionado pela redução da idade do desmame dos bezerros em 21 dias.

### **Intervalo entre o parto e o fim do acasalamento**

A precocidade de partos dentro da estação de parição é fundamental para o sucesso reprodutivo para vacas de corte, em função do maior período para recuperação entre o parto e a próxima estação de monta. Além do maior período de recuperação para as vacas, a prenhez precoce na época de acasalamento aumenta e eficiência na reprodução (Eloy et al., 2022).

Dessa forma, vacas paridas precocemente na estação de parição, além do melhor desempenho reprodutivo, tendem a ser mais eficientes pelo consumo de pasto de maior qualidade (Castilho et al., 2018) na lactação e, dessa forma desmamam bezerros mais pesados (Bitencourt et al., 2020), produzindo mais quilogramas de bezerros por quilograma de vaca ao desmame (Vaz et al., 2020).

Castilho et al. (2018) e Vaz et al. (2020) verificaram taxas de prenhez superiores para vacas que pariram mais cedo do que as paridas tardiamente na estação de parição, justificando os resultados por serem vacas paridas precocemente beneficiadas por um período maior até a estação de monta e que embora as mesmas cheguem ao parto mais leves em decorrência da qualidade da forragem ofertada no pós-parto apresentam maiores ganhos de pesos corporais até a estação de monta.

### **Pós-parto e ganho de peso**

O ganho de peso corporal da vaca após o parto e durante a estação de monta é fundamental para o seu desempenho (Castilho et al., 2018). No presente estudo, mesmo não tendo variação nutricional, alguns animais perfizeram melhor

desempenho, o qual se refletiu em maiores taxas de reprodução em vacas de corte. A utilização de níveis adequados de nutrição proporciona melhores desempenhos reprodutivos as vacas de corte, enquanto em níveis não ideais de alimentação, é típico a queda do peso e variações diárias de peso negativas (Trindade et al., 2016). Vacas de corte sob inadequadas condições nutricionais esgotam suas reservas corporais, perdendo escore de condição corporal (Vieira et al., 2005), resultando em uma baixa taxa de ovulação devido a diminuição da glicose e insulina e fator de crescimento I (IGF-I), não potencializando as gonadotrofinas (LH e FSH) responsável pela ovulação (Eloy et al., 2022).

Dessa forma, para melhores respostas reprodutivas torna-se necessário a vaca durante a estação de monta estar em situação nutricional condizente com variações diárias de peso positivas, as quais favorecerão o desencadeamento hormonal responsável pelo sucesso reprodutivo. Eloy et al. (2022) ao avaliarem fatores determinantes na prenhez em novilhas e primíparas, em sistemas à pasto, constataram serem os pesos corporais no início da estação reprodutiva e ganhos médios diários durante a estação de monta, fatores preponderantes para sucesso na taxa de prenhez. No entanto, vários fatores podem determinar a taxa de prenhez, podendo estar intimamente relacionado ao peso corporal e tamanho corporal (Vaz et al., 2020; Vaz et al., 2022ab), categoria do animal ou raça (Eloy et al., 2022).

## **Conclusão**

À medida que vacas jovens avançam para idade adulta as chances de prenhez aumentam. Reduzir o tempo de permanência do bezerro ao pé da vaca, parir cedo na estação de parição e promover melhor desempenho das vacas entre o

parto ao final da monta, são estratégias que aumentam as chances de prenhez da vaca de corte.

### **Conflito de interesses**

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste estudo.

### **Referências**

Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; De Moraes, G.J.L.; Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22: 721-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

Bitencourt, M.F., Cerdotes, L., Restle, J., Costa, P.T., Fernandes, T.A., Ferreira, O.G., Vaz, R.Z., 2020. Age and calving time affects production efficiency of beef cows and their calves. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92: e2018105 <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020181058>

Bohnert, D.W., Stalker, L.A., Mills, R.R., Nyman, A., Falck, S.J., Cooke, R.F., 2013. Late gestation supplementation of beef cows differing in body condition score: Effects on cow and calf performance. *Journal of animal science*, 91: 5485-5491. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6301>

Burns, B. M., Fordyce, G., & Holroyd, R. G., 2010. A review of factors that impact on the capacity of beef cattle females to conceive, maintain a pregnancy and wean a

calf – Implications for reproductive efficiency in northern Australia. *Animal Reproduction Science*, 122: 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.04.010>

Castilho, E.M., Vaz, R Z., Fernandes, T.A., Conceição, V.G.D., Brum, O.B., 2018. . . Precocidade da estação de parto na eficiência produtiva de vacas primíparas aos 24 meses de idade. *Ciência Animal Brasileira*, 19: e46667. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-46667>

Cerdótes, L., Restle, J., Brondani, I.L., Osmari, E.K., Soccac, D.C., Santos, M. F.D., 2004. Desempenho produtivo de vacas de quatro grupos genéticos submetidas a diferentes manejos alimentares desmamadas aos 42 ou 63 dias pós-parto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33: 585-596. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000300008>

Diskin, M.G., Kenny D.A., 2016. Managing the reproductive performance of beef cows. *Theriogenology*. 86: 379-387. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.052>

Eloy, L.R., Bremm, C., Lobato, J.F.P., Pötter, L., Laca, E.A., 2022. Direct and indirect nutritional factors that determine reproductive performance of heifer and primiparous cows. *Plos One* 17: e0275426. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275426>

Hosmer, D., Lemeshow, W.S., Sturdivant R.X., 2013. *Wiley Series in Probability and Statistics. Applied Logistic Regression*. 3 ed. New York: John Wiley & Sons.

Khalaf, G., Iguernane, M., 2016. Multicollinearity and a Ridge Parameter Estimation Approach. *Journal of Modern Applied Statistical Methods* 15: 400-410. <https://doi.org/10.22237/jmasm/1478002980>

Klein, J.L., Adams, S.M., De Moura, A.F., Alves Filho, D.C., Maidana, F.M., Brondani, I.L., Da Silva, M.B., 2021. Productive performance of beef cows subjected to different nutritional levels in the third trimester of gestation. *Animal*, 15: e100089. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100089>

Montiel, F., Ahuja, C., 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Animal Reproduction Science* 85: 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.11.001>

Mulliniks, J.T., Beard, J.K., King, T.M., 2020. Invited review: effects of selection for milk production on cow-calf productivity and profitability in beef production systems. *Applied Animal Science*, 36: 70-77. <https://doi.org/10.15232/aas.2019-01883>

Nazhat, S.A., Aziz, A., Zabuli, J., Rahmati, S., 2021. Importance of Body Condition Scoring in Reproductive Performance of Dairy Cows: A Review. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 11: 272-288. <https://doi.org/10.4236/ojvm.2021.117018>

National Research Council – NRC, 2016. Nutrient requirements of beef cattle. (8th ed.), Washington: National Academy Press. <https://doi.org/10.17226/19014>

Orihuela, A., Galina, C.S., 2019. Effects of separation of cows and calves on reproductive performance and animal welfare in tropical beef cattle. *Animals*, 9: 223-236. <https://doi.org/10.3390/ani9050223>

Pacheco, R. F., Restle, J., Brondani, I. L., Alves, D. C., Cattelan, J., Mayer, A. R., Machado, D. S., 2020. Calving probability in the first and second reproductive years of beef heifers that reached the recommended body weight at first breeding season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49: e20190115. <https://doi.org/10.37496/rbz4920190115>

Pacheco, R. F., Vaz, R. Z., Restle, J., da Silveira, M. F., Cerdotes, L., Teixeira, J. S., Pacheco, P. S., 2022. Probability of pregnancy in beef cows with early-weaned calves. *Livestock Science*, 257: 104854. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104854>

Sari, B.G., Lúcio, A.D.C., Olivoto, T., Krysczun, D.K., Tischler, A.L., & Drebes, L., 2018. Interference of sample size on multicollinearity diagnosis in path analysis. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53: 769-773. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000600014>

Trindade, J.K., Neves, F P., Pinto, C.E., Bremm, C., Mezzalira, J.C., Nadin, L. B., Carvalho, P.C., 2016. Daily forage intake by cattle on natural grassland: response to forage allowance and sward structure. *Rangeland Ecology & Management* 69: 59-67. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.10.002>

Vaz, R.Z., Lobato, J.F.P., 2010. Effects of the weaning age of calves on somatic development and on reproductive performance of beef cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 1058-1067. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000500016>

Vaz, R.Z., Lobato, J.F.P., Restle, J., Costa, P.T., Ferreira, O.G.L., Eloy, L.R., & Costa, J.L.B., 2020. Effect of live weight of beef cows on calf production efficiency. *Research, Society and Development*, 9: e679007632. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7632>

Vaz, R.Z., Lobato, J.F.P., Restle, J., Costa, P.T., Eloy, L., Costa, J.L.B., 2022a Weight at conception and gestational gains in the efficiency of beef cows and progeny performance. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94: 1-12, <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220191280>

Vaz, R.Z., Cérdotes, L., Pacheco, RF, Sartori, DB, Lucas, JD, Agner, HSS, & Restle, J, 2022b. Body mass index at calving on performance and efficiency of Zebu cow herds. *Semina: Ciências Agrárias*, 43: 197-210. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2022v43n1p197>

Vieira, A., Lobato, J.F.P., Torres Junior, R.A.D.A., Cezar, I.M., & Correa, E.S., 2005. Fatores determinantes do desempenho reprodutivo de vacas Nelore na região dos cerrados do Brasil Central. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34: 2408-2416. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000400033>

Tabela 1. Estatística descritiva das características avaliadas nas vacas

Variável	N	Média	SD	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	284	3.7	0.8	3.0	5.0
<i>Peso corporal (kg)</i>					
Ao parto	284	351.0	56.6	265.0	526.0
Aos 60 dias pós-parto	284	371.9	54.2	265.0	526.0
Ao final da monta	284	388.5	56.6	278.2	560.0
<i>Escore de condição corporal (pontos)</i>					
Ao parto	284	2.8	0.6	2.0	4.5
Aos 60 dias pós-parto	284	3.2	0.5	2.0	4.7
Ao final da monta	284	3.4	0.6	2.3	4.9
<i>Ganhos médios diários (kg/dia)</i>					
Parto aos 60 dias pós-parto	284	0.233	0.255	-0.707	1.273
60 dias ao final da monta	284	0.248	0.248	-1.030	1.119
<i>Período de lactação (dias)</i>					
Período de lactação (dias)	284	102	39.6	55	178
Intervalo parto final da monta (dias)	284	133	12.9	77	154
Taxa de prenhez (%)	284	72.9	4.4	-	-

Tabela 2. Diagnóstico de multicolinearidade entre os coeficientes das variáveis incluídas no modelo

Variável	FIV	$\lambda$	CI	Proporção de decomposição de variância associada aos autovalores				
				Intervalo			ADG	
				Idade	Desmame	parto repr.	C-60d	60d-repr.
Idade	1.36	0.531	2.99	0.0048	0.0062	0.0001	0.7227	0.1042
Período de Lactação	1.78	0.447	3.27	0.0003	0.0284	0.0004	0.0492	0.6461
Int parto repr	1.30	0.217	4.68	0.0029	0.0927	0.0001	0.0507	0.0335
<i>Ganho médio diário</i>								
Parto - 60d	1.14	0.029	12.73	0.5791	0.8342	0.0537	0.1609	0.1116
60d - repr	1.22	0.004	33.98	0.0028	0.0358	0.9454	0.0051	0.0937

VIF – fator de inflação de variância;  $\lambda$  – eigenvalue; CI – Índice de condição;

Tabela 3. Variáveis regressoras e limites de confiança sobre a taxa de prenhez de vacas de corte.

	Estimativa	Erro Padrão	95% Limites de confiança	<i>P-value</i>	HLT
Intercepto	-2.9142	1.7911	-6.4244 a 0.5964	0.1038	0.5294
Idade	0.2647	0.2198	-0.1661 a 0.6956	0.2285	
Desmame	- 0.0181	0.0048	-0.0275 a -0.0087	0.0002	
Intervalo parto monta	0.0327	0.0127	0.0078 a 0.0576	0.0100	
Ganhos médios diários					
Parto - 60dias	1.5236	0.7189	0.1146 a 2.9325	0.0341	
60dias – monta	1.3868	0.6882	0.0380 a 2.7357	0.0439	

HLT – Hosmer and Lemeshow Test;

Tabela 4. Estimativa de chance de cada variável regressora da equação na taxa de prenhez de vacas de corte.

Intercepto	PE	95% CL	Incremento		Redução	
			Unidade	Estimativa	Unidade	Estimativa
Idade	1.303	0.847 a 2.005	1 ano	1.303	1 ano	0.767
Desmame	0.982	0.973 a 0.991	7 dias	0.881	7 dias	1.135
Int. Parto monta	1.033	1.008 a 1.059	7 dias	1.257	7 dias	0.795
Ganhos médios diários						
Parto - 60d	4.588	1.121 a 18.775	0.100 kg	1.165	0.100 kg	0.859
60d - monta	4.002	1.039 a 15.421	0.100 kg	1.149	0.100 kg	0.871

PE – Point estimate; CL – Confidence limits.

## 5. Considerações finais

A pecuária de corte sofre pelos seus baixos índices reprodutivos. Embora as tecnologias para o incremento nos índices reprodutivos existam, elas ainda necessitam ser melhor difundidas e adaptadas aos diferentes sistemas de produção. Além disso, normalmente, as respostas das pesquisas não são aplicáveis totalmente à campo necessitando melhores mensurações, e principalmente a avaliação econômica, para poder convencer os produtores a aderirem e as implantarem nos sistemas de produção.

Os rebanhos de vacas de corte, na sua maioria são mantidos em condições não ideais de nutrição, necessitando as vacas, normalmente, recorrerem as suas reservas corporais depositadas, em épocas de fartura alimentar, para compensar as limitações nutricionais a elas impostas. Quando essas reservas não são suficientes para suprir as exigências de manutenção, em alguns casos o crescimento e a lactação, a reprodução é a primeira a ser desmerecida. Dessa forma, nos sistemas de produção, melhores condições nutricionais, promovem maior ingestão de nutrientes com melhor adequação das quantidades, proporcionando ganhos de pesos e acúmulos de escore corporal que se manifestam positivamente no desempenho reprodutivo por melhores taxas de prenhez, parição e desmame dos rebanhos de cria.

Nos sistemas de cria, é fundamental que no período pós-parto e na estação reprodutiva, as variações de peso corporal, as quais as vacas estão submetidas ocorram de maneira positiva, o que vai contribuir para o sucesso no desempenho reprodutivo. Com variações positivas do peso, ocorre uma melhora nos escores de condição corporal das vacas, pois essas variáveis estão altamente correlacionadas, demonstrando que ambos podem ser trabalhados e melhorados nos sistemas de produção visando o incremento da resposta reprodutiva.

A idade da vaca juntamente ao período de lactação ao qual a mesma é submetida pós-parto, também são variáveis com potencialidade de mudança no desempenho reprodutivo dos rebanhos de vacas de corte. O sucesso reprodutivo dos sistemas de produção depende de diferentes categorias animais. O índice de prenhez geral depende, dentre essas categorias, das novilhas de reposição responsáveis pela renovação e melhoramento genético dos rebanhos, das vacas

primíparas e das vacas adultas. Essas categorias possuem exigências nutricionais e necessitam de manejos diferenciados dentro dos sistemas de produção. Para as novilhas o peso e a idade são determinantes do sucesso reprodutivo. Para as vacas primíparas que desenvolvem a primeira lactação ainda em crescimento, a diminuição de dias da lactação é fundamental para o sucesso reprodutivo subsequente, sendo o desmame precoce imposto aos bezerros uma alternativa viável, se bem explorada e conduzida para o sucesso reprodutivo dos rebanhos de cria.

Dessa forma, os sistemas de produção juntamente aos seus gestores possuem uma gama de opções as quais, quando bem mensuradas e com aplicação correta das tecnologias possibilitam melhores desempenhos reprodutivos, passíveis de incrementos na produção de bezerros e maiores rentabilidades dos sistemas de produção. Com isso, pode-se produzir um incremento nos indicadores da pecuária de corte nacional, produzindo mais animais, de maneira, sustentável, e conseqüentemente, mais produção de carne para alimentação humana, a qual necessita dessa maior produção para suprir as suas demandas e necessidades de consumo.

## REFERÊNCIAS

BITENCOURT, M. F.; CERDOTES, L.; RESTLE, J.; COSTA, P. T.; FERNANDES, T. A.; FERREIRA, O. G.; VAZ, R. Z. Age and calving time effects production efficiency of beef cows and their calves. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.92, n. suppl 1, e20181058, 2020.

BRASIL, I. G.; NAVES, A. C.; MACEDO, I. M.; TEIXEIRA, R. C.; De OLIVEIRA VIU, M. A.; LOPES, D. T.; GAMBARINI, M. L. Energy-protein supplementation before and after parturition of Nelore primiparous cows in the Brazilian tropical savannah. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, pág. e14710313231, 2021.

BRAUNER, C. C.; PIMENTEL, M. A.; LEMES, J. S.; PIMENTEL, C. A.; MORAES, J. C. F. Desempenho reprodutivo de vacas de corte em lactação e solteiras submetidas à indução/sincronização de estro. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1067–1072, 2008.

CASTILHO, E. M.; VAZ, R. Z.; FERNANDES, T. A.; CONCEIÇÃO, V. G. D.; BRUM, O. B. Precocidade da estação de parto na eficiência produtiva de vacas primíparas aos 24 meses de idade. **Ciência Animal Brasileira**, n. 19, n. 1, p. 1–9, 2018.

CERDÓTES, L.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; OSMARI, E. K.; SOCCAL, D. C.; SANTOS, M. F. D. Desempenho produtivo de vacas de quatro grupos genéticos submetidas a diferentes manejos alimentares desmamadas aos 42 ou 63 dias pós-parto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 33, n. 3, p. 585-596, 2004.

CICCIOLI, N. H.; WETTEMANN, R. P.; SPICER, L. J.; LENTS, C. A.; WHITE, F. J.; KEISLER, D. H. Influence body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous cows. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 12, p. 3107–3120, 2003.

DISKIN, M. G.; KENNY, D. A. Managing the reproductive performance of beef cows. **Theriogenology**, v. 86, n. 1, p. 379–387, 2016.

ELOY, L. R.; BREMM, C.; LOBATO, J. F. P.; PÖTTER, L.; LACA, E. A. Direct and indirect nutritional factors that determine reproductive performance of heifer and primiparous cows. **Plos One**, 17, n. 10, p. e0275426, 2022.

EVERSOLE, D. E.; BROWNE, M. F.; HALL, J. B.; DIETZ, R. E. **Condição corporal marcando vacas de corte.**[ *s.n.*], 2009.

FRANCO, G. L.; FARIA, F. J. C.; D'OLIVEIRA, M. C. Interação entre nutrição e reprodução em vacas de corte. **Informe Agropecuário**, v. 37, n. 292, p. 36-53, 2016.

GONZÁLEZ, H. D. Anestro Pós-parto em vacas de corte. **1o Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada**, n. 1990, p. 105–116, 2004.

GRECELLÉ, R. A.; BARCELLOS, J. O. J.; BRACCINI NETO, J.; COSTA, E. C. D.; PRATES, E. R. Taxa de prenhez de vacas Nelore x Hereford em ambiente subtropical sob restrição alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.35, n.4, p.1423-1430, 2006.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2021.

LEMES, J. S.; PIMENTEL, M. A.; VAZ, R. Z.; FARIAS, L. B.; BRAUNER, C. C. Performance efficiency of pasture-raised primiparous beef cows of three different biotypes and two milk production levels. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 45, n. 1461, p. 1-8, 2017.

LOBATO, J. F. P.; MENEGAZ, A. L.; PEREIRA, A. C. G. Pre and post-calving forage systems and reproductive performance of primiparous cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 2081–2090, 2010.

LOBATO, J. F. P.; CADÓ, L. M.; POLI, C. H. E. C.; JACONDINO, L. R.; De SOUZA, C. B. D. O.; De OLIVEIRA, A. B.; VAZ, R. Z. Suplementação e desempenho

produtivo e reprodutivo de vacas primíparas aos 24 meses de idade. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e28510111748, 2021.

MONTIEL, F.; AHUJA, C. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. **Animal Reproduction Science**, v.85, n. 1, p. 1-26, 2005.

MORRIS, S. T.; KENYON, P. R.; BURNHAM, D. L. A comparison of two scales of body condition scoring in Hereford x Friesian beef breeding cows. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, p. 121–123, 2002.

MORRIS, S. T.; MOREL, P. C. H.; KENYON, P. R. The effect of individual liveweight and condition of beef cows on their reproductive performance and birth and weaning weights of calves. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 54, n. 2, p. 96-100, 2006.

NAZHAT, S. A.; AZIZ, A.; ZABULI, J.; RAHMATI, S. Importance of Body Condition Scoring in Reproductive Performance of Dairy Cows: A Review. **Open Journal of Veterinary Medicine**, v. 11, n. 7, p. 272–288, 2021.

OSORO, K.; WRIGHT, I. A. The effect of body condition, live weight, breed, age, calf performance, and calving date on reproductive performance of spring-calving beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 6, p. 1661–1666, 1992.

PACHECO, R. F.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; ALVES, D. C.; CATTELAM, J.; MAYER, A. R.; MACHADO, D. S. Calving probability in the first and second reproductive years of beef heifers that reached the recommended body weight at first breeding season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 49, n. 1, p. e20190115, 2020.

PILAU, A.; LOBATO, J. F. P. Desenvolvimento e desempenho reprodutivo de vacas primíparas aos 22/24 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 728-736, 2009.

PIMENTEL, M. A.; MORAES, J. C. F.; JAUME, C. M.; LEMES, J. S.; BRAUNER, C.

C. Características da lactação de vacas Hereford criadas em um sistema de produção extensivo na região da campanha do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 159–168, 2006.

PTASZYNSKA, M. Compêndio de reprodução Animal. **Intervet**, p. 399, 2013.

RASBY, R. J.; STALKER, A.; FUNSTON, R. N. Body condition scoring beef cows: a tool for managing the nutrition program for beef herds. Lincon: **University of Nebraska**. 14p. 2014.

RESTLE, J.; VAZ, R. Z.; ALVES FILHO, D. C.; BERNARDES, R. A. L. C.; PASCOAL, L. L.; SENNA, D. B.; POLLI, V. A. Desempenho de vacas Charolês e Nelore desterneiradas aos três ou sete meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 499–507, 2001.

RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; PÁDUA, J. T.; ROCHA, M. G. D.; VAZ, R. Z.; EIFERT, E. C.; FREITAS, A. K. Eficiência biológica de vacas de dois grupos genéticos amamentando bezerros puros ou F1, mantidas em diferentes condições de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6 (suppl 1), p. 1822–1832, 2004.

SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; STAIGMILLER, R. B.; BERARDINELLI, J. G.; CUSTER, E. E. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 3, p. 799–816, 1990.

SILVA, V. L.; BORGES, I.; ARAÚJO, A.; COSTA, H.; MESSIAS FILHO, F.; INÁCIO, D. F.; ANCÂNTARA, P. B. Importância da nutrição energética e proteica sobre a reprodução em ruminantes. **Acta Kariri Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 38-47, 2016.

TORRES, H. A. L.; TINEO, J. S. A.; RAIDAN, F. S. S. Influência do escore de condição corporal na probabilidade de prenhez em bovinos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.64, n. 1, p.255-259, 2015.

VARA, C. C.; SILVEIRA, M. F. D.; VAZ, R. Z.; RESTLE, J.; MACHADO, D. S.; MACARI, S. Body size in beef cows and its influence on calf production. **Semina: Ciência Agrárias**, v. 41, n. 6, p. 3299–3309, 2020.

VAZ, R. Z.; LOBATO, J. F. P. Effects of the weaning age of calves on somatic development and on reproductive performance of beef cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1058-1067, 2010.

VAZ, R. Z.; RIBEIRO, E. L. A.; RESTLE, J.; VAZ, F. N.; PACHECO, P. S.; MOLETTA, J. L. Productive efficiency of cows primiparous Aberdeen Angus of the body size and milk production levels. **Bioscience Journal**, v.32, n.5, p. 1296-1304, 2016.

VAZ, R. Z.; SILVEIRA, M. F.; RESTLE, J.; MACHADO, D. S.; Da SILVA, H. R.; GARCIA, J. A. B.; CONCEIÇÃO, V. G. D. Época de parto e produção de leite na eficiência bioeconômica de rebanhos de vacas de corte. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento** v. 9, n.9, p. e216997240, 2020.

VAZ, R. Z.; LOBATO, J. F. P.; RESTLE, J.; COSTA, P. T, ELOY, L.; COSTA, J. L. B. Weight at conception and gestational gains in the efficiency of beef cows and progeny performance. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, n. 1, p. 1-12, 2022.

VIEIRA, A.; LOBATO, J. F. P.; TORRES JUNIOR, R. A. A.; CEZAR, I. M.; CORREA, E. S. Fatores determinantes do desempenho reprodutivo de vacas Nelore na região dos cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n. 12, p. 2408-2416, 2005.

# ANEXOS

## Anexo 1. Email de aceite para publicação do artigo na Revista Scientia Agrícola

Enc: Scientia Agrícola - Decision on Manuscript ID SA-2022-0088.R1  

De: Rodrigo Marques <onbehalf@manuscriptcentral.com>  
Para: rzvaz@terra.com.br  
Assunto: Scientia Agrícola - Decision on Manuscript ID SA-2022-0088.R1  
Data: Ter 29/11/22 13:52

29-Nov-2022

Dear Dr. Vaz:

It is a pleasure to accept your manuscript entitled "Performance, calving date and lactation period on the probability of pregnancy in beef cows" in its current form for publication in the Scientia Agrícola.

Thank you for your fine contribution. On behalf of the Editors of the Scientia Agrícola, we look forward to your continued contributions to the Journal.

Sincerely,  
Dr. Rodrigo Marques  
Associate Editor, Scientia Agrícola  
rodrigo.marques@montana.edu

Entire Scoresheet:



25 <sup>5</sup>Universidade Federal de Santa Maria – Depto. de Zootecnia e Ciências Biológicas, Av.  
26 Independência, 3751 – 98300-000 – Palmeira das Missões, RS – Brasil.

27 \*Corresponding author <rzvaz@terra.com.br>

28 [Edited by: Rodrigo da Silva Marques](#)

29 [Received May 02, 2022](#)

30 [Accepted November 29, 2022](#)

31

32 ABSTRACT: Determining what and how much each environmental factor reflects on  
33 pregnancy is crucial for the sustainability and management of beef cow herds. The study  
34 evaluated through logistic regression the effect of environmental variables on the increase or  
35 reduction of the pregnancy rate of beef cows. The average pregnancy rate in the cows was 73  
36 %, with an average age for the herd of 3.7 years. An increase in age of one year represented a  
37 30 % increase in pregnancy, while a reduction of one year reduced the odds of pregnancy in  
38 the cows by 23 %. During the lactation period, an extra seven day's lactation reduced the odds  
39 of pregnancy by 12 %, while for every seven days that weaning was brought forward, the  
40 odds of pregnancy in the cows increased by 14 %. An increase of 0.1 kg in average daily gain  
41 represented an increase of 17 % and 15 % in the odds of pregnancy during the first 60 days  
42 post-partum, and from 60 days to the end of the reproductive period. On the other hand, the  
43 loss of 0.1 kg in average daily gain resulted in a 14 % and 13 % reduction in the odds of  
44 pregnancy in the cows. Factors such as age, precocity of calving in the calving season, time  
45 the calf remains with the cow and better performance in cows between calving and the end of  
46 the mating are strategies that increase the chances of pregnancy in the beef cow.

47 Keywords: body condition score, cow age, mating calving interval, post-partum  
48 weight gain, calving weight

49

## 50           **Introduction**

51           The pregnancy rate in cattle is a variable that has a strong impact on the productive  
52 efficiency of breeding herds (Burns et al., 2010; Pacheco et al., 2020). The intensification of  
53 production systems passes through stages that require an increase in the pregnancy rate  
54 (Mulliniks et al., 2020), reproductive physiology being related to herd management and  
55 nutrition (Klein et al., 2021).

56           Reproduction in beef cattle can be influenced by genetic and environmental factors to  
57 which the herds are submitted during the productive cycle. Factors such as weight and body  
58 condition scores (Bohnert et al., 2013); weight gain, post-partum and during the breeding  
59 period (Cerdótes et al., 2004); the age of the cow (Bitencourt et al., 2020); lactation period  
60 (Vaz and Lobato, 2010; Orihuela and Galina, 2019); and period between calving and the start  
61 of the mating (Pacheco et al., 2020), among others, govern the success or failure of  
62 reproduction in breeding herds.

63           In beef cattle, lactation predominates over other physiological activities, where the  
64 cow prioritises milk production over reproduction, largely due to a low intake of nutrients  
65 relative to the nutritional requirements for adequate production (Montiel and Ahuja, 2005).  
66 Based on its severity, a negative energy balance influences the production and release of  
67 hormones related to reproduction and to determining the period of anoestrus in beef cows.

68           Due to the complexity inherent to each production systems, reproduction in beef cattle  
69 is not yet fully understood, and it is important to quantify how much each factor might  
70 influence the reproductive performance of a herd. Information on how management affects  
71 nutrition and reproduction, especially in pasture conditions, is still scarce (Eloy et al., 2022).

72           The aim of the study was to integrate potential environmental variables that might  
73 affect reproductive performance, and quantify the odds ratio of increasing or decreasing the  
74 pregnancy rate in beef cows using the response curves of the most important predictors.

75

76 **Materials and Methods**

77 The experiment was conducted in the district of Itaqui, Rio Grande do Sul, Brazil,  
78 located at -29°15'40" S and 55°59'47" W, altitude 166 m. The deep soils of the region are  
79 naturally acidic, and are classified as a oxisols xeric dystrophic. According to the Köppen  
80 classification, the climate is subtropical (cfa). The annual average relative humidity is 73 %  
81 with an average rainfall of 1600.0 mm (Alvares et al., 2013). All procedures were approved  
82 by the Ethics Committee on the Use Animals (CEUA) of UFSM, under Process n°  
83 2388280122.

84 Reproductive performance was evaluated using 284 lactations of Braford cows, 134,  
85 85 and 65 with three, four and five years of age, respectively. Cows were evaluated for three  
86 consecutive years, being primiparous at three years of age, secundiparous at four years of age  
87 and terceirparous at five years of age. The cows were always managed as a single group, kept  
88 during all pregnancies and when primiparous on natural pasture (with an animal load of 320  
89 kg /ha<sup>-1</sup>). During lactations, as secundiparous and terceriparous, cows were kept on *Brachiaria*  
90 *Brizantha* 'Marandu' and *Brachiaria Humidicola (Rendle) schweick*, respectively. The only  
91 management that differentiated between the cows the weaning age of the calves.

92 For mating natural breeding was used at a bull/cow ratio of 1:25, with bulls previously  
93 approved by libido assessment and andrological examination. Pregnancy was diagnosed by  
94 ultrasound 30 days after the end of each mating. Calving took place from 7 Sept to 16 Oct,  
95 from 10 Sept to 1 Dec, and from 5 Oct to 25 Nov for years one, two and three, respectively.  
96 Weaning occurred from Dec to Mar, and was carried out in stages, with the lactation periods  
97 of the cows varying between 55 and 178 days, this variation being distributed over the three  
98 years.

99 To adjust the grazing capacity, the cows were weighed during the first 24 h after

100 calving, on each weaning date, at the beginning and end of each mating, and every 28 days  
101 during the remaining periods. Daily weight gain was determined by the difference in body  
102 weight of the cows between each weighing divided by the number of days between each  
103 weighing. When weighing, the body condition score of the cow was evaluated (on a scale of 1  
104 to 5, with 1 = very thin and 5 = fat; Nazhat et al., 2021).

105         The following variables were tested: lactation period (days); interval between calving  
106 and the end of the mating (days); the weight of the cow (kg) and body score (points) - at  
107 calving, at 60 days post-partum and at the end of the mating; the average daily gain (kg) from  
108 calving to 60 days post-partum, and 60 days post-partum until the end of the mating; the age  
109 of the cow at calving.

110         The SAS statistical package (Statistical Analysis System, v. 9.2) was used to prepare  
111 the models and statistical analysis. The pregnancy rate response variable was given the  
112 number one for a pregnant female and zero for a non-pregnant female, and was analysed by  
113 means of logistic regression using the LOGISTIC procedure. Among the predictor variables,  
114 multicollinearity was diagnosed by analysing the Pearson correlation matrix, and by  
115 measuring the variance inflation factor, condition index, eigenvalues ( $\lambda$ ) and proportion of the  
116 variance associated with each  $\lambda$  (Khalaf and Iguernane, 2016; Sari et al., 2018). The variables  
117 tested in the mathematical model must present significant Pearson correlation for pregnancy  
118 rate and have low multicollinearity with the other variables. The variables cow weight (kg)  
119 and body score (points) - at calving, at 60 days postpartum and at the end of mating; were not  
120 significantly correlated ( $p < 0.05$ ) by Pearson's correlation test with pregnancy rate, or  
121 increased multicollinearity and therefore were not included in the models tested. After a  
122 diagnosis of multicollinearity, the set of covariates used to build each model was selected  
123 based on the significance of each covariate determined using the likelihood-ratio test.  
124 Selection was by means of several multiple regression models with linear, and linear and

125 quadratic effects. The interactions were tested using the stepwise method. The probability  
 126 threshold for inclusion and remaining in the model was 0.25 and 0.30, respectively (Hosmer  
 127 et al., 2013). The Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test was used to choose the best model  
 128 to be adopted, considering  $p > 0.30$  (Hosmer et al., 2013). The Hosmer and Lemeshow test  
 129 associates the data with their estimated probabilities from lowest to highest, followed by a  
 130 chi-square test to determine whether the estimated frequencies are close to those observed, so  
 131 that the closer to one the better the fit of the model to the data.

132 After fitting the model (estimation of the  $\beta_i$ 's parameters) the significance of the  
 133 variables resulting from the model was tested to determine whether the independent variables  
 134 were influencing the odds of pregnancy of the cows. The Wald test and the score test were  
 135 used to determine the quality of the fitted model and the individual significance of the set of  
 136 model parameters.

137 The adjusted multiple regression model for the pregnancy rate of the cows is  
 138 expressed by the following equation:

$$139 \quad P_i = \frac{\exp(y_i)}{1 + \exp(y_i)} = [1 + \exp(-y_i)]^{-1}$$

140 where  $P_i$  in the model is the odds of the  $i$ -th  
 141 cow being diagnosed as pregnant;

142

$$143 \quad y_i = \mu + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \epsilon_i$$

144 where  $\mu$  is a constant;  $X_{1i}$ , age at calving (years) of the  $i$ -th cow;  $X_{2i}$ , calving interval  
 145 at the end of the breeding period (days) of the  $i$ -th cow;  $X_{3i}$ , lactation period (days) of the  $i$ -th  
 146 cow;  $X_{4i}$ , average daily gain from calving to weaning of the  $i$ -th cow;  $X_{5i}$ , average daily gain  
 147 (kg) from weaning to the end of the reproductive period (kg) of the  $i$ -th cow;  $\epsilon_i$ , random error  
 148 associated with the  $i$ -th cow.

149 To interpret the coefficients, the odds ratio (OR) was used, estimated by  $OR = \exp$   
150  $(bk)$ , which is the ratio between two possible outcomes, i.e. the ratio between success ( $\pi_j$ ) and  
151 failure  $(1-\pi_j)$  of the cow becoming pregnant. The odds ratios were based on the mean  
152 denominator of the data set for each model. The units of change for the regression variables  
153 were: 1 (one) year for age; 7 (seven) days for the interval between calving and the end of the  
154 reproductive period; 7 (seven) days for the lactation period; 0.100 kg for the average daily  
155 gain from birth to weaning; 0.100 kg for the average daily gain from weaning to the end of the  
156 breeding season.

157

## 158 **Results**

159 Predicting the pregnancy rate in beef cattle requires statistical procedures of  
160 multivariate analysis with the aid of logistic regression. One of the premises of such statistical  
161 analysis is the absence or low presence of multicollinearity in the statistical model (Khalaf  
162 and Iguernane, 2016; Sari et al., 2018). The present analysis, therefore, included the  
163 recommendations of Khalaf and Iguernane (2016), who suggest critical values for Variance  
164 inflation factor (VIF) when greater than 10, for Eigenvalue ( $\lambda$ ) when less than 0.01, and for  
165 Condition index (CI) when greater than 50, indicating significant multicollinearity. The  
166 descriptive analysis of the independent variables and the pregnancy rate show the averages  
167 over which the pregnancy probabilities were estimated (Table 1).

168

### 169 **Multicollinearity value and the logistic regression equation**

170 After a diagnosis of multicollinearity adjusted for the intercept (Table 2) considering  
171 only the significant variables, the logistic regression equation was constructed (Table 3).

172 The effects of the age of the cow, lactation period, interval between birth and the end  
173 of the mating, average daily gain between delivery and 60 days post-partum, and average

174 daily gain from 60 days post-partum to the end of the mating were entered into the logistic  
175 regression equation to explain the probability of pregnancy. From the value found for the  
176 Variance Inflation Factor (VIF), the eigenvalue ( $\lambda$ ), the condition index (CI) and the  
177 proportion of the variance associated with the eigenvalues, no adjustments were made to  
178 reduce multicollinearity. Based on the Hosmer-Lemeshow statistic (2013), there is no  
179 evidence for a lack of model fit ( $p = 0.5294$ ) (Table 3).

180 The variables of weight and body score at calving, at 60 days, and at the beginning and  
181 end of the mating, were inserted into the model and later removed due to the occurrence of  
182 multicollinearity with the age of the cows, which is a premise for either not existing or being  
183 almost non-existent. The choice to leave age in the model is due to its greater significance in  
184 fitting the equations.

185

#### 186 **Cow age effect**

187 From the odds ratio statistic, based on the mean age of this herd of 3.7 years, an  
188 increase in age of one year represented an increase of 30 % in pregnancy, while a reduction of  
189 one year reduced the odds of pregnancy by 23 % (Table 4).

190

#### 191 **Effect of lactation period on pregnancy probability**

192 During the lactation period, an increase of seven days in the time the calf remained  
193 with the cow reduced the odds of pregnancy by 12 %, while anticipating weaning by seven  
194 days increased the odds of pregnancy by 14 %, based on a mean lactation period of 102 days  
195 (Table 4).

196

#### 197 **Interval between parturition and the end of mating**

198 An increase of seven days in the mean interval of 133 days between calving and the  
199 end of the mating represented 28 % more chance of the cows becoming pregnant, whereas a  
200 reduction of seven days promoted a reduction of 21 % in the probability of pregnancy (Table  
201 4).

202

### 203 **Postpartum body weight gains**

204 Based on an average daily gain of 0.233 and 0.248 kg day<sup>-1</sup> for the first 60 days post-  
205 partum, and between 60 days post-partum to the end of the mating, an increase of 0.100 kg  
206 represented an increase of 17 % and 15 % in the odds of pregnancy, respectively. On the other  
207 hand, a reduction of 0.100 kg during the first 60 days post-partum and then to the end of the  
208 mating, promoted a respective reduction of 14 % and 13 % in the odds of pregnancy (Table  
209 4).

210

### 211 **Discussion**

212 The weights and body condition scores of the cows from calving to the end of the  
213 mating, even when increased, played no part in the pregnancy probability equation due to  
214 multicollinearity with the age of the animals. The parameters of weight and body condition  
215 score increased from calving to the end of the mating due to the better nutritional conditions  
216 offered the cows, with the greater nutrient intake, providing in addition to maintenance, the  
217 nutritional conditions for weight gain and an increase in body score, which are positively  
218 correlated with reproductive performance (Vaz et al., 2020; Klein et al., 2021). The body  
219 condition score represents the available body reserves that will be used for lactation and  
220 reproduction; when nutrition is inadequate, body reserves are depleted, reducing the body  
221 condition score (Diskin and Kenny, 2016) and leading to low ovulation. Cows with a higher  
222 body condition score usually show better performance (Bohnert et al., 2013). The mean body

223 condition score, at calving, at 60 days post-partum and at the end of the mating in the present  
224 study can be considered good for determining reproduction in beef cows. On the other hand,  
225 the body condition score, which is analysed regardless of the size or physiological state of the  
226 animal, and is related to pregnancy (Bohnert et al., 2013), may be incorrect, as there may be  
227 differences in the ability of the cows to adapt to the environment, interfering in their  
228 metabolic, hormonal and reproductive behaviour.

229

### 230 **Cow age effect**

231 In this study, the increase in the rate of reproduction with the increasing age of the  
232 cows is due to their having borne their first, second or third calf during years one, two and  
233 three of the evaluation, calving at three, four and five years of age, respectively. Cows of an  
234 advanced age, which might limit their performance, were not evaluated. Adult cows show  
235 superior reproductive performance compared to younger cows (Vieira et al., 2005; Bitencourt  
236 et al., 2020), as they are physiologically developed and, do not require a large nutritional  
237 intake, unlike young cows who need different management to meet the requirements of  
238 maintenance, growth, lactation and reproduction (Bitencourt et al., 2020). Vieira et al. (2005),  
239 working with a herd of Nellore in the cerrado, found quadratic behaviour for the reproductive  
240 performance of the cows, with the pregnancy rate increasing up to the seventh calving, and  
241 decreasing as the number of births increased. When evaluating the determinant effects of  
242 pregnancy in heifers and primiparous cows in 43 experiments conducted on farms, Eloy et al.  
243 (2022) found greater ease of pregnancy in heifers associating lower primiparous pregnancy at  
244 calving stress and the effects of the first lactation while still growing. When evaluating both  
245 growing and adult cows, Bitencourt et al. (2020) found that adult cows were 66 % more  
246 reproductive than growing cows, and when stratified by calving precocity within the calving

247 season, adult cows, even when calving at the end of the season, showed better reproductive  
248 performance than growing cows, even though the latter gave birth earlier.

249

#### 250 **Effect of lactation period on pregnancy probability**

251 The probability of pregnancy was highly sensitive to a reduction in the lactation  
252 period. Milk production is important in breeding systems due to the positive correlation with  
253 the weaning weight of the calves. However, milk production and the physical presence of the  
254 suckling calf inhibit the hormonal trigger responsible for reproduction in cows (Montiel and  
255 Ahuja, 2005; Orihuela and Galina, 2019) due to the increase in the nutritional requirement for  
256 milk production, which is the biggest requirement of the beef cow during the reproductive  
257 cycle (NRC, 2016). Thus, weaning the calves early (at 76 days) allows the cows to regain  
258 their body weight, resulting in increases in the pregnancy rate than when the cows nurse their  
259 calves for longer periods (Vaz and Lobato, 2010; Orihuela and Galina, 2019). In primiparous  
260 beef cows, early weaning greatly improves reproduction (Vaz and Lobato, 2010), with higher  
261 body weights at calving influencing the pregnancy rate (Vaz et al., 2020). Calving interval  
262 was reduced by 17 days, afforded by the reduction of 21 days in the weaning age of the calf  
263 from 63 to 42 days postpartum (Cerdótes et al., 2004).

264

#### 265 **Interval between parturition and the end of mating**

266 Early calving during the calving season is fundamental for reproductive success in  
267 beef cows, due to the longer period of recovery between calving and the next mating. Early  
268 pregnancy in the breeding season increases the overall production efficiency of herds (Eloy et  
269 al., 2022). However, cows that calve early in the season, in addition to better reproductive  
270 performance, tend to be more efficient due to consuming better-quality pasture (Castilho et

271 al., 2018) during lactation, weaning heavier calves (Bitencourt et al., 2020) and producing  
272 more kilogram of calf per kilogram of cow at weaning (Vaz et al., 2020).

273 Higher pregnancy rates were seen in cows that calved earlier in the season, explaining  
274 that the results were due to cows that calved earlier benefitting from a longer period to the  
275 start of the mating, and despite being lighter at calving because of the quality of the forage  
276 offered during the post-partum period, showing greater gains in body weight at the start of the  
277 mating (Castilho et al., 2018 and Vaz et al., 2020).

278

### 279 **Postpartum body weight gains**

280 Gains in the body weight of the cow after calving and during the mating is  
281 fundamental to performance (Castilho et al., 2018). In the present study, even with no  
282 variations in nutrition, various animals showed better performance, which was reflected in  
283 higher rates of reproduction. Ideal levels of nutrition promote better reproductive performance  
284 in beef cows, while at non-ideal feeding levels, weight loss and a negative daily variation in  
285 weight are typical (Trindade et al., 2016). Beef cows under inadequate nutrition conditions  
286 deplete their body reserves, losing body condition score (Vieira et al., 2005), resulting in a  
287 low ovulation rate due to the decrease in glucose and insulin levels and growth factor I (IGF-  
288 I) not potentiating gonadotropins luteinizing hormone (LH) and follicle-stimulating hormone  
289 (FSH) responsible for ovulation (Eloy et al., 2022). Therefore, for a better reproductive  
290 response during the mating, it is necessary for the cow to be in a nutritional state that is  
291 consistent with a positive daily variation in weight, which will favour the hormonal trigger  
292 responsible for reproductive success. For heifers and primiparous cows, body weight at the  
293 beginning of the breeding season and average daily gains during the breeding season were  
294 determinants to explain the pregnancy rate (Eloy et al., 2022). However, multiple factors can

295 determine the pregnancy rate, and they may be closely related to body weight, animal  
296 category or breed (Eloy et al., 2022).

297

## 298 **Conclusion**

299 As young cows progress to adulthood, the odds of pregnancy increase. Reducing the  
300 time the calf remains with the cow, increasing the interval between calving and the end of the  
301 mating, and promoting better performance in the cows between calving and the end of  
302 breeding are strategies that increase the odds of pregnancy in the beef cow.

303

## 304 **Authors' Contributions**

305

306 **Conceptualization:** Reis, N.P.; Lobato, J.F.P.; Restle, J.; Vaz, R.Z. **Data curation:**  
307 Reis, N.P.; Sartori, D.B.S.; Vaz, R.Z. **Formal analysis:** Reis, N.P.; Pacheco, R.F.  
308 **Investigation:** Reis, N.P.; Sartori, D.B.S. **Methodology:** Lobato, J.F.P.; Pacheco, R.F.; Vaz,  
309 R.Z. **Supervision:** Vaz, R.Z. **Writing-original draft:** Reis, N.P.; Vaz, R.Z. **Writing and**  
310 **editing:** Reis, N.P.; Lobato, J.F.P.; Vaz, R.Z.; Nuñez, A.J.C.; Restle, J.

311

## 312 **References**

313

314 Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G. 2013. Köppen's  
315 climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728.  
316 <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>  
317 Bitencourt, M.F.; Cerdótes, L.; Restle, J.; Costa, P.T.; Fernandes, T.A.; Ferreira, O.G.L.;  
318 Silveira, D.D.; Vaz, R.Z.; 2020. Age and calving time effects production efficiency of beef

- 319 cows and their calves. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 92: e2018105.  
320 <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020181058>
- 321 Bohnert, D.W.; Stalker, L.A.; Mills, R.R.; Nyman, A.; Falck, S.J.; Cooke, R.F. 2013. Late  
322 gestation supplementation of beef cows differing in body condition score: Effects on cow  
323 and calf performance. *Journal of Animal Science* 91: 5485-5491.  
324 <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6301>
- 325 Burns, B.M.; Fordyce, G.; Holroyd, R.G. 2010. A review of factors that impact on the  
326 capacity of beef cattle females to conceive, maintain a pregnancy and wean a calf:  
327 implications for reproductive efficiency in northern Australia. *Animal Reproduction*  
328 *Science* 122: 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.04.010>
- 329 Castilho, E.M.; Vaz, R.Z.; Fernandes, T.A.; Conceição, V.G.D.; Brum, O.B. 2018. Precocity  
330 of calving season in the productive efficiency of primiparous cows at 24 months of age.  
331 *Ciência Animal Brasileira* 19: e-46667 (in Portuguese, with abstract in English).  
332 <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-46667>
- 333 Cerdótes, L.; Restle, J.; Brondani, I.L.; Osmari, E.K.; Soccac, D.C.; Santos, M.F. 2004.  
334 Performance of cows of four genetic groups submitted to different feeding managements,  
335 weaned at 42 or 63 days. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33: 585-596 (in Portuguese, with  
336 abstract in English). <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000300008>
- 337 Diskin, M.G.; Kenny, D.A. 2016. Managing the reproductive performance of beef cows.  
338 *Theriogenology* 86: 379-387. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.052>
- 339 Eloy, L.R.; Bremm, C.; Lobato, J.F.P.; Pötter, L.; Laca, E.A. 2022. Direct and indirect  
340 nutritional factors that determine reproductive performance of heifer and primiparous  
341 cows. *Plos One* 17: e0275426. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275426>
- 342 Hosmer, D.W.; Lemeshow, S.; Sturdivant, R.X. 2013. *Applied Logistic Regression*. 3ed. John  
343 Wiley, New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1002/9781118548387>

- 344 Khalaf, G.; Iguernane, M. 2016. Multicollinearity and a ridge parameter estimation approach.  
345 Journal of Modern Applied Statistical Methods 15: 400-410.  
346 <https://doi.org/10.22237/jmasm/1478002980>
- 347 Klein, J.L.; Adams, S.M.; Moura, A.F.; Alves Filho, D.C.; Maidana, F.M.; Brondani, I.L.;  
348 Cocco, J.M.; Rodrigues, L.D.S.; Pizzuti, L.A.D.; Silva, M.B. 2021. Productive  
349 performance of beef cows subjected to different nutritional levels in the third trimester of  
350 gestation. Animal 15: e-100089. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100089>
- 351 Montiel, F.; Ahuja, C. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration  
352 of postpartum anestrus in cattle: a review. Animal Reproduction Science 85: 1-26.  
353 <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.11.001>
- 354 Mulliniks, J.T.; Beard, J.K.; King, T.M. 2020. Invited review: effects of selection for milk  
355 production on cow-calf productivity and profitability in beef production systems. Applied  
356 Animal Science 36: 70-77. <https://doi.org/10.15232/aas.2019-01883>
- 357 National Research Council [NRC]. 2016. Nutrient Requirements of Beef Cattle. National  
358 Academy Press, Washington, DC, USA. <https://doi.org/10.17226/19014>
- 359 Nazhat, S.A.; Aziz, A.; Zabuli, J.; Rahmati, S. 2021. Importance of body condition scoring in  
360 reproductive performance of dairy cows: a review. Open Journal of Veterinary Medicine  
361 11: 272-288. <https://doi.org/10.4236/ojvm.2021.117018>
- 362 Orihuela, A.; Galina, C.S. 2019. Effects of separation of cows and calves on reproductive  
363 performance and animal welfare in tropical beef cattle. Animal 9: 223-236.  
364 <https://doi.org/10.3390/ani9050223>
- 365 Pacheco, R.F.; Restle, J.; Brondani, I.L.; Alves Filho, D.C.; Cattelan, J.; Mayer, A.R.;  
366 Martini, A.P.M.; Machado, D.S. 2020. Calving probability in the first and second  
367 reproductive years of beef heifers that reached the recommended body weight at first

- 368 breeding season. *Revista Brasileira de Zootecnia* 49: e20190115.  
369 <https://doi.org/10.37496/rbz4920190115>
- 370 Sari, B.G.; Lúcio, A.D.C.; Olivoto, T.; Krysczun, D.K.; Tischler, A.L.; Drebes, L. 2018.  
371 Interference of sample size on multicollinearity diagnosis in path analysis. *Pesquisa*  
372 *Agropecuária Brasileira* 53: 769-773. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000600014>
- 373 Trindade, J.K.; Neves, F.P.; Pinto, C.E.; Bremm, C.; Mezzalira, J.C.; Nadin, L.B.; Genro,  
374 T.C.M.; Gonda, H.L.; Carvalho, P.C.F. 2016. Daily forage intake by cattle on natural  
375 grassland: response to forage allowance and sward structure. *Rangeland Ecology &*  
376 *Management* 69: 59-67. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.10.002>
- 377 Vaz, R.Z.; Lobato, J.F.P. 2010. Effects of the weaning age of calves on somatic development  
378 and on reproductive performance of beef cows. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39: 1058-  
379 1067. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000500016>
- 380 Vaz, R.Z.; Lobato, J.F.P.; Restle, J.; Costa, P.T.; Ferreira, O.G.L.; Bethacourt-Garcia, J.A.;  
381 Eloy, L.R.; Costa, J.L.B. 2020. Effect of live weight of beef cows on calf production  
382 efficiency. *Research Society and Development* 9: e679007632.  
383 <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7632>
- 384 Vieira, A.; Lobato, J.F.P.; Correa, E.S.; Torres Junior, R.A.A.; Cezar, I.M. 2005. Nelore cows  
385 productivity on *Brachiaria decumbens* Stapf pasture on the Cerrado region of Central  
386 Brazil. ***Revista Brasileira de Zootecnia*** 34: 1357-1365 (in Portuguese, with abstract in  
387 English). <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000400033>  
388

389

Table 1 – Descriptive statistics of the characteristics evaluated in the cows.

Variable	N	Mean	SD	Min	Max
Age	284	3.7	0.8	3.0	5.0
Body weight (kg d <sup>-1</sup> )					
At calving	284	351.0	56.6	265.0	526.0
At 60 days post-partum	284	371.9	54.2	265.0	526.0
At the end of the mating	284	388.5	56.6	278.2	560.0
Body condition score (points)					
At calving	284	2.8	0.6	2.0	4.5
At 60 days post-partum	284	3.2	0.5	2.0	4.7
At the end of the mating	284	3.4	0.6	2.3	4.9
Average daily gain (kg d <sup>-1</sup> )					
Calving to 60 days post-partum	284	0.233	0.255	-0.707	1.273
Weaning to the end of the mating	284	0.248	0.248	-1.030	1.119
Lactation period (days)	284	102	39.6	55	178
Calving to the end of the mating	284	133	12.9	77	154
Pregnancy rate (%)	284	72.9	4.4	-	-

SD = Standard deviation; Min = Minimum; Max = Maximum.

390

391

392

Table 2 – Diagnosis of multicollinearity between the coefficients of the variables included in the model.

Variable	VIF	$\lambda$	CI	Proportion of variance decomposition associated with the eigenvalues				
				Age	Weaning	CIBS	Average Daily Gain	
							C-60d	60d-EBS
Age	1.36	0.531	2.99	0.0048	0.0062	0.0001	0.7227	0.1042
Lactation	1.78	0.447	3.27	0.0003	0.0284	0.0004	0.0492	0.6461
CIBS	1.30	0.217	4.68	0.0029	0.0927	0.0001	0.0507	0.0335
Average daily gain (kg d <sup>-1</sup> )								
C-60d	1.14	0.029	12.73	0.5791	0.8342	0.0537	0.1609	0.1116
60d-EBS	1.22	0.004	33.98	0.0028	0.0358	0.9454	0.0051	0.0937

VIF = Variance inflation factor;  $\lambda$  = Eigenvalue; CI = Condition index; CIBS = Calving interval and end of the mating; C-60d = Calving to 60 days post-partum; 60d-EBS = 60 Days to the end of the mating.

393

394

395

Table 3 – Regression variables and confidence limits on the pregnancy rate of beef cows.

	Estimate	Standard Error	95 % Confidence Limits	<i>p</i> -value	HLT
Intercept	–2.9142	1.7911	–6.4244 to 0.5964	0.1038	0.5294
Age	0.2647	0.2198	–0.1661 to 0.6956	0.2285	
Weaning	–0.0181	0.0048	–0.0275 to –0.0087	0.0002	
CIBS	0.0327	0.0127	0.0078 to 0.0576	0.0100	
Average daily gain (kg d <sup>–1</sup> )					
C-60d	1.5236	0.7189	0.1146 to 2.9325	0.0341	
60d-EBS	1.3868	0.6882	0.0380 to 2.7357	0.0439	

HLT = Hosmer-Lemeshow Test; CIBS = calving interval and end of the mating; C-60d = calving to 60 days post-partum; 60d-EBS = 60 days to the end of the mating.

396

397

398

Table 4. Estimate of the odds of each regression variable in the equation on the pregnancy rate of beef cows.

Intercept	PE	95 % CL	Increase		Reduction	
			Unit	Estimate	Unit	Estimate
Age	1.303	0.847 to 2.005	1 year	1.303	1 year	0.767
Lactation	0.982	0.973 to 0.991	7 days	0.881	7 days	1.135
CIBS	1.033	1.008 to 1.059	7 days	1.257	7 days	0.795
Average daily gain (kg d <sup>-1</sup> )						
C-60d	4.588	1.121 to 18.775	0.100 kg	1.165	0.100 kg	0.859
60d-EBS	4.002	1.039 to 15.421	0.100 kg	1.149	0.100 kg	0.871

PE = Point estimate; CL = Confidence limits; CIBS = calving interval and end of the mating; C-60d = calving to 60 days post-partum; 60d-EBS = 60 days to the end of the mating.

399