

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais

Andressa da Silva Bhering

**EFEITO DA EFICIÊNCIA ALIMENTAR NOS INDICADORES FINANCEIROS DE
FÊMEAS F1 GIROLANDO NA FASE DE CRIA**

Rio Pomba

2020

Andressa da Silva Bhering

**EFEITO DA EFICIÊNCIA ALIMENTAR NOS INDICADORES FINANCEIROS DE
FÊMEAS F1 GIROLANDO NA FASE DE CRIA**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Cristiano Gonzaga Jayme
Coorientadores: Diogo Gonzaga Jayme
Mariana Magalhães Campos

Rio Pomba

2020

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Jofre Moreira – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais / Campus Rio Pomba

Bibliotecária: Julia Aparecida Gonçalves Campos - CRB 6 / 2640

B575e

Bhering, Andressa da Silva.

Efeito da eficiência alimentar nos indicadores financeiros de fêmeas f1 girolando na fase de cria./ Andressa da Silva Bhering. – Rio Pomba, 2019.

38f. : il.

Orientador: Prof. Cristiano Gonzaga Jayme.

Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba

1. Gado girolando. 2. Nutrição animal. 3. Nutrição animal - aspectos econômicos. I. Jayme, Cristiano Gonzaga (Orient.). II. Título.

CDD: 636.084

Andressa da Silva Bhering

**INTERFERÊNCIA DO PERÍODO DO ANO E PRODUÇÃO DE LEITE NOS
RESULTADOS DE CBT E CCS**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Nutrição e Produção Animal.

Aprovado em: 30/04/2019

BANCA EXAMINADORA

<hr/> <p>Prof. Cristiano Gonzaga Jayme Doutor em Zootecnia IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba</p>	<hr/> <p>Profa. Valdir Botega Tavares Doutor em Zootecnia IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba</p>
<hr/> <p>Prof. Diogo Gonzaga Jayme Doutor em Zootecnia Universidade Federal de Minas Gerais</p>	<hr/> <p>Prof. Wellyngton Tadeu Vilela Carvalho Doutor em Nutrição Animal IF Sudeste MG – Campus Barbacena</p>
<hr/> <p>Prof. Rafael Monteiro Araújo Teixeira Doutor em Zootecnia IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba</p>	

A Deus, pela presença constante em minha vida,
aos meus familiares e amigos, que me apoiaram e
incentivaram em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir ser quem sou, conquistar novos conhecimentos e a dádiva da constante evolução.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba, por proporcionar a subida de mais um degrau em meu desenvolvimento profissional.

Aos meus pais, pessoas de fibra e determinação, que nunca deixam de enfatizar que o esforço deve sempre se unir à fé. Mãe, obrigada por ser a general do silêncio, e pai, por ser meu maior incentivador.

Ao meu orientador, professor Cristiano Gonzaga Jayme, pela oportunidade, confiança, atenção e pelas orientações fundamentais. Obrigada pela paciência, amizade e disponibilidade.

Ao Gustavo, pela compreensão nos momentos de ausência e por estar sempre ao meu lado nas horas que mais precisei. Obrigado pelo amor incondicional, pela união e pelo companheirismo.

À Embrapa Gado de Leite - CNPGL, pelo suporte financeiro e pela estrutura para a execução experimental e análises.

À minha coorientadora, pesquisadora Mariana Magalhães Campos, por todas as sugestões e críticas para o enriquecimento deste trabalho.

Aos professores que com seus ensinamentos possibilitaram minha chegada até aqui.

À Ana Carolina Dutra da Secretaria de Pós-Graduação/ DPPG, pela dedicação, disponibilidade e paciência no processo de normatização e finalização deste trabalho.

Aos colegas de turma, pelo apoio, pelos momentos de descontração, pelo fortalecimento e pelas trocas de conhecimento.

Aos amigos e familiares, que nos momentos de ausência, dedicados ao meu crescimento profissional, fizeram entender que metas só se cumprem a partir da permanente dedicação.

Enfim, a todos que, à sua maneira, colaboraram e participaram de minha formação, os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da eficiência alimentar nos indicadores financeiros de fêmeas F1 Girolando na fase de aleitamento, possibilitando caracterizar as associações entre o consumo alimentar residual (CAR), com o custo com a alimentação e o custo relacionado ao desempenho dos animais. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Gado de leite, localizada em Coronel Pacheco, Minas Gerais, Brasil. Foram avaliadas trinta e seis bezerras F1 Girolando, com peso inicial médio de $32,4 \pm 6,6$ kg. Os animais foram alojados em baias individuais. A água e a ração sólida foram oferecidas em baldes para ingestão *ad libitum* durante todo o período experimental. Durante todo o período pré-desmame foram fornecidos 6 L de leite/animal/dia em duas refeições. As bezerras foram classificadas em três grupos de CAR: alta eficiência (n=13), média eficiência (n=14) e baixa eficiência (n=9). Em que apenas os grupos de alta e baixa eficiência foram considerados no estudo. Para o cálculo das variáveis relacionadas aos custos foi considerado o preço do litro de leite de R\$0,97/L e do quilograma do concentrado comercial de R\$1,99/kg aplicado no período experimental. As variáveis de eficiência financeira estudadas foram: custo total com concentrado (R\$ concent.), custo do leite (R\$ leite), custo com alimentação (R\$ alimentação), custo por quilograma de ganho de peso (R\$/kg PV) e custo por centímetro de ganho de altura (R\$/cm de AL). Os animais mais e menos eficientes apresentaram consumo total de concentrado (CTC) acumulado durante o período como lactente de 43,23 e 53,27 kg, respectivamente. O consumo diário de concentrado (CDC) foi de 0,54 kg para as bezerras mais eficientes e 0,67 kg para as bezerras menos eficientes. Considerando os valores da média do consumo dos animais durante o período de aleitamento, as bezerras mais eficientes proporcionaram uma economia de R\$19,98 por animal no período da cria. Sendo que o custo total médio para os animais mais eficientes foi de R\$599,85 e R\$619,08 para os menos eficientes. O custo médio diário por animal com alimentação neste experimento foi de R\$8,00, variando de R\$7,07 a R\$9,28 (mediano R\$7,10). Concluindo que, bezerras F1 Girolando, divergentes em eficiência alimentar para CAR, proporcionam maior eficiência financeira no sistema de produção.

Palavras-chave: Aleitamento. CAR. Concentrado. Custo de produção. Dieta sólida.

ABSTRACT

Effect of feed efficiency on the financial indicators of F1 Girolando females in the breeding phase

The objective in this study was to evaluate the effect of feed efficiency on the financial indicators of F1 *Girolando* females in the breastfeeding phase. Making it possible to characterize the associations between residual feed intake (RFI) and feed cost and the cost related to the animals performance. The experiment was developed at the Experimental Farm of Milk Cattle, located in *Coronel Pacheco, Minas Gerais, Brazil*. Thirty-six F1 *Girolando* heifers with average initial weight 32.4 ± 6.6 kg were evaluated. The animals were housed in individual stalls. Water and solid feed were offered in buckets for ingestion *ad libitum* during all experimental period. During the entire pre-weaning period 6 L of milk/animal/day was provided in two meals. The heifers were classified into three groups of RFI: high efficiency (n=13), average efficiency (n=14) and low efficiency (n=9). Wherein, only the high and low efficiency groups were considered in the study. To calculate the variables related to costs, the price of the milk/liter R\$0.97/L and commercial concentrate kilogram R\$1.99/kg applied in the experimental period was considered. The financial efficiency variables studied were: total cost with concentrate (R\$ concentrate), cost of milk (R\$ milk), cost with feed (R\$ feed), cost per kilogram of weight gain (R\$/kg PV) and cost per centimeter of height gain (R\$/cm of HG). The animals more and less efficient presented total concentrate consumption (TCC) accumulated during the period as nursing 43.23 and 53.27 kg, respectively. The daily intake concentrated (DIC) was 0.54 kg for the most efficient heifers and 0.67 kg for the less efficient heifers. Considering the values of the animals average consumption during the breastfeeding period, the most efficient heifers gave a saving of R\$19.98 per animal in the breeding period. The average total cost for the most efficient animals was R\$599.85 and R\$619.08 for the less efficient ones. The average daily cost per animal feed in this experiment was R\$8.00, ranging from R\$7.07 to R\$9.28 (median R\$7.10). In conclusion, F1 *Girolando* heifers diverging in feed efficiency for RFI, provide greater financial efficiency in the production system.

Keywords: Breastfeeding. RFI. Concentrate. Production cost. Solid diet.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CA	Conversão alimentar
CAR	Consumo alimentar residual
CMS	Consumo de matéria seca
CMSest	Consumo de matéria seca estimado
CMSobs	Consumo de matéria seca observado
EA	Eficiência alimentar
ECC	Escore de condição corporal
IP	Intervalo de parto
IPP	Intervalo de parto previsto
MS	Matéria seca
$PV^{0,75}$	Peso vivo metabólico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
3 CAPÍTULO I: Revisão de literatura	13
3.1 Cruzamento para a pecuária leiteira nacional	13
3.2 Relevância do período pré-desmama nos custos da recria.....	17
3.3 Consumo alimentar residual como medida de eficiência alimentar	18
3.4 Eficiência alimentar na redução dos custos de produção.....	22
4 CAPÍTULO II: Efeito do consumo alimentar residual nos indicadores produtivos e financeiros de fêmeas F1 Girolando na fase de cria	25
4.1 Introdução	25
4.2 Objetivo	26
4.3 Material e métodos	26
4.3.1 Local, animais, dietas e manejo	26
4.3.2 Análises de composição nutricional.....	27
4.3.3 Consumo e desempenho.....	27
4.3.4 Índice de eficiência alimentar	28
4.3.5 Eficiência financeira.....	29
4.4 Resultados e discussão	30
4.5 Conclusão.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

1 INTRODUÇÃO GERAL

A criação de bezerras lactentes na pecuária é compreendida da fase do nascimento ao desaleitamento e exige práticas de manejo que garantam eficiência do sistema de produção. Vários fatores são determinantes para o sucesso nessa fase de criação e conseqüentemente redução dos custos de produção. Sendo que, com o expressivo aumento da competitividade, produtores e técnicos precisem buscar sistemas de produção mais eficientes, transformando as ameaças em oportunidades. Assim como os demais setores produtivos, a pecuária nacional terá que se adequar para cumprir a missão de produzir mais alimento, de forma sustentável e rentável (CAMPOS et al., 2012).

Sabendo que a alimentação representa cerca de 70% a 75% nos custos de produção (MENDES, 2011), aumentar a eficiência alimentar, pode então, ser mais rentável, já que o animal consumiria menor quantidade de alimento e utilizaria de forma mais eficiente os nutrientes ingeridos.

Uma alternativa para contornar esses desafios é a identificação de animais mais eficientes no aproveitamento do alimento consumido usando-se de índices de eficiência alimentar (EA). Eficiência alimentar é a capacidade de um animal em transformar o alimento que ele ingere em produto de origem animal, seja ele leite, carcaça, carne e bezerro (CARVALHO, 2007).

No que diz respeito à genética, animais mais adaptados às condições tropicais podem mostrar-se mais competitivos, dependendo do ambiente onde estão inseridos, com menores custos de produção, maior produtividade por área e por mão de obra. Assim, animais F1 Girolando, apresentam potencial para o aumento da produtividade da pecuária leiteira nos trópicos, sendo esse um ponto-chave para a rentabilidade da atividade leiteira, já que o aumento da produção de leite dilui custos fixos da fazenda. Dado o grande número de medidas de eficiência alimentar na literatura (BERRY, 2008), existe a necessidade de pesquisas sobre o efeito da eficiência alimentar nas características produtivas e financeiras para os sistemas nacionais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da eficiência alimentar nos indicadores financeiros de fêmeas F1 Girolando na fase de aleitamento.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as associações entre os indicadores de eficiência alimentar e os parâmetros financeiros para fêmeas F1 Girolando.
- Avaliar o efeito da divergência para CAR ao custo com concentrado e custo com alimentação em bezerras lactentes F1 Girolando.
- Determinar se há diferença no custo por quilograma de ganho de peso e por centímetro de ganho de altura de bezerras F1 Girolando divergentes para CAR.

3 CAPÍTULO I: REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cruzamento para a pecuária leiteira nacional

A raça também é importante na redução dos custos com alimentação, pois afeta o peso no parto e, portanto, os custos de insumos anteriores, particularmente relacionados aos requisitos de alimentação (BOLTON; RUSHTON; WATHES, 2017). As condições climáticas brasileiras contribuem para a diversidade genética empregada nos sistemas de produção de leite, resultando em diferentes produtividades dos rebanhos (RUAS et al., 2014), sendo o desempenho econômico de fundamental importância para a escolha da raça ou do cruzamento a se explorar (GUIMARÃES ; MADALENA; CEZAR, 2005).

As limitações do ambiente tropical à exploração da pecuária leiteira, a partir de genótipos especializados, obrigaram o desenvolvimento de tecnologias e modelos competitivos de produção para aumento da eficiência da pecuária leiteira (RUAS et al., 2002), em que a história de sucesso da pecuária leiteira brasileira está baseada, em grande parte, no avanço genético para produção de leite entre os rebanhos zebuínos (VERNEQUE et al., 2013). Sendo o acasalamento de animais de raças diferentes a maneira mais rápida de fazer melhoramento genético dos bovinos, reunindo em um só animal as boas características de duas ou mais raças, aproveitando-se a heterose ou vigor de híbrido (MIRANDA; FREITAS, 2009). Em que, os resultados alcançados nos programas de seleção têm impulsionado o progresso genético nas principais características de importância econômica, tornando os reprodutores de raças zebuínas preferidos por uma parcela significativa dos produtores de leite.

Desse modo, uma vez existindo animais zebuínos selecionados para produção de leite, essas raças passaram a contribuir com genética aditiva, e não apenas com adaptação ou rusticidade, tanto nos trabalhos de seleção da raça pura, como também nos cruzamentos (VERNEQUE et al., 2013).

Diferenças genéticas existentes entre as raças bovinas podem ser utilizadas com objetivo de ajustar o animal ao ambiente (RUAS et al., 2002). Possibilitando que características como produção de leite, reprodução e adaptação ao meio, se manifestem com maior intensidade (COSTA et al., 2010).

Sabe-se que a produtividade dos animais está diretamente ligada à interação genótipo-ambiente, e tem sido este o principal fator do uso de animais mestiços *Bos taurus* x *Bos indicus* na pecuária leiteira nacional (RUAS et al., 2014). Na tentativa de melhorar a produtividade dos sistemas de produção de leite sob condições tropicais (FACÓ et al., 2005).

Isso ocorre, geralmente, em razão de sérios problemas de adaptação dos animais puros de raças especializadas das condições tropicais desafiadoras, como estresse térmico, baixa qualidade dos alimentos, manejo inadequado, parasitas, entre outros, que, em muitos casos, inviabilizam o sistema de produção (FACÓ et al., 2005). Pois, esses fatores são os principais limitantes da produção das raças taurinas especializadas nas condições tropicais. Assim, há a necessidade de animais produtivos, mas que suportem as adversidades climáticas (RUAS et al., 2014).

A maior parte da produção de leite do Brasil é obtida de animais mestiços de Holandês x Zebu em seus vários graus de sangue, permitindo aproveitar a capacidade produtiva, a precocidade e a mansidão do Holandês e a rusticidade das raças zebuínas, sendo que, no F1, aproveitam-se 100% da heterose ou vigor de híbrido (MIRANDA; FREITAS, 2009).

No cruzamento, a obtenção de animais F1 tem como vantagem o aproveitamento dos valores genéticos aditivos das raças componentes e a retenção da heterose. A heterose apresenta-se mais intensa, quanto mais afastadas geneticamente forem as raças em relação a sua origem (TEODORO et al., 2001). Sabe-se então, que a heterose é máxima na primeira geração do cruzamento, ou seja, na geração F1 têm-se 100% de heterose, em que a característica de alta produção de leite apresentada por raças taurinas especializadas, como a raça Holandês, somada à resistência e à rusticidade de raças zebuínas, gera um animal mestiço mais adaptado à produção de leite em clima tropical comparado às raças puras (COSTA et al., 2010). No Brasil, a maior parte da produção de leite é obtida com a utilização de animais mestiços zebuínos, sobretudo o Holandês x Gir (FACÓ et al., 2005).

A fêmea mestiça F1 permite explorar ao máximo a heterose ou o vigor de híbrido entre a raça Holandesa e as raças Zebuínas. Os animais F1 são rústicos, com boa resistência aos carrapatos e ao calor, bom porte, boa produção leiteira, e são animais muito valorizados no mercado. Os machos F1 podem ser recriados com sucesso para corte. O produtor de leite pode optar por comprar fêmeas F1 no mercado

ou dispor de um rebanho de vacas zebuínas, ou de vacas da raça Holandesa, para obter o F1 e poder fazer a reposição anual de cerca de 20% a 25% do seu rebanho (MIRANDA; FREITAS, 2009).

A heterose afeta características particulares e não o indivíduo como um todo. A heterose é máxima nos animais híbridos F1 ou de 'primeira cruza'. O animal F1 reúne as boas características de ambos os progenitores. No caso do cruzamento de vaca Gir com touro Holandês PO, as fêmeas F1 irão apresentar maior precocidade e maior aptidão leiteira (características típicas do Holandês) do que a Gir e também maior resistência a ectoparasitas, maior tolerância ao calor e maior rusticidade do que o Holandês, pois essas são características marcantes das raças zebuínas. O desempenho (produção) do animal F1 depende da qualidade genética dos progenitores (do touro e da vaca) envolvidos em cada cruzamento. Assim, existem bons e maus animais F1 (ou meio-sangue), refletindo a qualidade genética do touro e da vaca envolvidos em cada cruzamento. Portanto, é importante utilizar sempre touros provados para leite, sejam eles europeus ou zebuínos (MIRANDA; FREITAS, 2009).

Em um mercado de commodities, o principal método para aumentar o lucro dos produtores de leite envolve a redução de custos (WOLF, 2003). Assim, a pecuária nacional tem como desafios determinantes para manutenção da competitividade, aumentar a produtividade do rebanho bovino e reduzir os custos de produção). Contudo, o aumento na eficiência da produção de leite exige investimentos em genética, gestão, equipamentos e instalações (WOLF, 2003).

Dentro da perspectiva do investimento em genética a criação de bezerras deve ser considerada como uma das principais atividades da fazenda produtora de leite, uma vez que a melhoria genética do rebanho depende do descarte de vacas velhas, ou com problemas, que diminuem a eficiência de produção e sua substituição por animais jovens e de potencial produtivo mais elevado (SANTOS; LOPES, 2014).

A categoria de reposição envolve um grande investimento financeiro, contribuindo com cerca de 20% para a despesa total em uma operação de laticínios (GABLER; TOZER; HEINRICHS, 2000). Porém, o retorno financeiro relacionado às despesas com os animais de reposição só ocorre na lactação desses animais (WATHES et al., 2014). Quando o montante da receita das vendas de leite cobre os custos fixos e variáveis acumulados durante o período de recria, e somente se a receita do leite for maior que os custos variáveis. Colocando a categoria dos animais

de reposição, muitas vezes, em segundo plano (BOULTON; RUSHTON; WATHES, 2017).

Mas, é importante reconhecermos que, apesar do período de recria ser financeiramente não produtivo, sua duração tem efeito direto sobre o custo total de criação e o tempo gasto para a novilha pagar o investimento. Em que o custo total da recria, desde o nascimento até o primeiro parto, inclui os custos fixos e variáveis da criação incorridos em cada período, os juros sobre investimento de capital, o custo de oportunidade da novilha e o custo da mortalidade (BOLTON; RUSHTON; WATHES, 2017).

Lopes et al. (2010), ao calcularem o custo operacional total até a fase de inseminação artificial (360 kg) da novilha, encontraram o valor de R\$2.040,40 para um período de 593 dias, sendo a alimentação, aquisição de animais, depreciação, mão de obra e hora/máquina os itens com maior representatividade no custo operacional total. Peres et al. (2008) estimaram o custo operacional total médio de R\$3.171,27 até os 762 dias, apenas durante o período do pós-desmame até os animais atingirem 350kg de peso vivo. Tais pesquisadores não mencionaram a representatividade de cada item componente do custo.

O gestor do sistema de produção deve conhecer os custos de produção de cada produto produzido na intenção de localizar os pontos de estrangulamento e tomar as decisões para maximizar os lucros. Devido à sua importância, o centro de custo de cria e recria de fêmeas bovinas deve ser analisado separadamente da produção de leite (SANTOS; LOPES, 2014).

Mohd Nor et al. (2015) reconhecem que os custos reais da maioria das fazendas não são calculados, devido à dificuldade em separar os insumos de outros aspectos do negócio agrícola. Elementos-chave podem ser omitidos, outros, como os de alimentos, trabalho ou doenças podem ser subestimados (MOHD NOR et al., 2012). Outro agravante seria padrão heterogêneo das fazendas leiteiras, considerando características de tamanho, produção e operacional entre fazendas, Estados e regiões (WOLF, 2003).

As novilhas de substituição representam o futuro da exploração, e a gestão do efectivo de criação é um fator importante para a sustentabilidade não só da fazenda, mas também a indústria de laticínios como um todo. Decisões de gestão sobre planos de nutrição, habitação, controle de doença e a reprodução influenciam o crescimento

e o desenvolvimento. Isso, por sua vez, afeta a idade de concepção e idade do primeiro parto (IPP), que pode ter consequências econômicas a longo prazo (BOULTON; RUSHTON; WATHES, 2015).

3.2 Relevância do período pré-desmama nos custos da recria

Os custos para a criação de novilhas não são uma função suave, com custos iniciais pesados antes do desmame, seguidos de custos graduais a partir dessa fase. Esse período inicial é também quando os animais são mais vulneráveis a doenças e à mortalidade (BRICKELL et al., 2009). No final do período entre o nascimento e o desmame, se as margens brutas forem negativas, é um indicativo de que o valor de mercado de suas novilhas é menor do que seus custos de insumos variáveis (BOLTON; RUSHTON; WATHES, 2017).

O processo de criação está sujeito a altos custos iniciais. Heinrichs et al. (2013) dividiram a recria em quatro períodos de tempo: 3 dias de vida até o desmame, do desmame até 6 meses de vida, 6 meses de vida até a prenhes e da prenhes até o parto. Usando uma planilha de análise de custos, Heinrichs et al. (2013) calcularam o custo individual por dia em US\$2,17, \$1,39, \$1,67 e US\$1,89, respectivamente, para esses quatro períodos, em que foi observado que o período do nascimento ao desmame é o mais caro.

Somando todos os custos de insumos, o custo total da criação desde o nascimento até o desmame, em 102 fazendas foi £195.19 ± 68.44, em que o custo com alimentação (coloostro, leite, concentrado e forragem) foi o principal componente em 48,5%, com o leite, respondendo por 37,3% desse total. Quando os custos foram expressos por novilha por dia (excluindo o valor inicial do bezerro), a média foi de £3,14 ± 0,85 (intervalo de £1,68 a £6,11, mediado £3,03) (BOULTON; RUSHTON; WATHES, 2015). Posteriormente (BOULTON; RUSHTON; WATHES, 2017) o custo médio com alimentação no nascimento até o desmame foi de 46,4% do total do custo médio.

De acordo com Reis et al. (2018) a alimentação foi responsável por 89,20% do custo operacional total da produção do sistema de cria, sendo que o leite fornecido foi o item com a maior representatividade (75,63%), em função da dieta líquida (leite integral) que os animais receberam.

O custo total médio da criação de novilhas leiteiras no Reino Unido desde o nascimento até o desmame, em 2013, foi £195,19 com uma ampla faixa de £94,64 a £499,80 e um custo médio diário de £3,14. Sendo que, um dos principais determinantes para variação do custo de criação por novilha, durante o período pré-desmame, foi a idade de desmame, que variou de 42 a 112 dias entre os rebanhos (BOULTON; RUSHTON; WATHES, 2015). Já Heinrichs et al. (2013) apresentaram idade média das bezerras ao desmame de 58 dias.

Visto o grande custo de produção de bezerras, principalmente no período pré-desmame, ressalta-se a importância de reduzir esse período, desde que o desempenho animal não seja comprometido (REIS et al., 2018).

Outras alternativas também podem ser utilizadas para se reduzir os custos operacionais durante a fase de aleitamento: como a otimização do processo produtivo (despesas operacionais e desperdícios), redução da taxa de mortalidade de bezerras (SANTOS; BELONI, 2016). Além da seleção de progênes mais eficientes no aproveitamento da dieta.

3.3 Consumo alimentar residual como medida de eficiência alimentar

Na bovinocultura brasileira, a seleção para eficiência alimentar vem sendo abordada com animais que utilizam os alimentos de forma mais eficiente e que necessitam consumir menos para atingir o mesmo nível de produção e, dessa forma, são mais lucrativos e produzem mais alimento por unidade de área (CAMPOS et al., 2016). Estimativas de herdabilidade de consumo de matéria seca (CMS) e consumo alimentar residual (CAR) estimadas, usando relações genômicas, foram de 0,44 e 0,33, respectivamente, sugerindo que a seleção para melhorar essas características é possível (GONZALEZ-RECIO et al., 2014). Berry e Crowley (2013) realizaram uma meta-análise de até 39 estimativas de CAR e eficiência de conversão alimentar em bovinos em crescimento e estimativas de herdabilidade calculadas de 0,33 e 0,23, respectivamente.

Reconhecendo que tanto as diferenças para manutenção e produção afetam os requisitos alimentares. A porção residual do consumo alimentar poderia ser usada para identificar os animais que se desviam do seu patamar esperado de consumo alimentar (HERD; ARTHUR, 2009).

O CAR é calculado como o resíduo de um modelo de regressão múltipla do consumo de ração em peso médio e ganho de peso (KOCH et al., 1963) e também pode incluir outras características, como gordura, produção de leite (PITCHFORD; LINES; WILKES, 2018), em que, animais mais eficientes têm CAR negativo (consumo menor que o esperado) e os menos eficientes tem CAR positivo (consumo real maior que o esperado) (CAMPOS et al., 2016).

Ao contrário da conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar bruta (EA), a seleção para CAR seleciona animais de menor consumo e menor exigência energética (PAULA et al., 2013). O que torna o CAR importante indicador de eficiência alimentar, por permitir a comparação do CMS dos animais, independente da produção e do tamanho corporal (OLIVEIRA et al., 2014).

Definido como a diferença entre o consumo observado (CMSObs) e o consumo estimado (CMSesp), o CAR é baseado no peso vivo (PV) metabólico do animal e GMD ou produção de leite (GOMES et al., 2012). Assim, os animais com valores de CAR baixos ou negativos são mais eficientes do que aqueles com valores positivos (OKINE et al., 2004).

CAR divergente é amplamente independente do nível de produção ou composição do produto (ARTHUR; HERD, 2005). Dessa forma, o CAR por definição é fenotipicamente independente das características de produção usadas para calcular o consumo esperado da dieta (ARTHUR; HERD, 2008) e da diluição de manutenção (VANDEHAAR et al., 2016). O que permite a comparação entre os indivíduos, diferindo em patamar de produção durante o período de medição. Tais atributos sugerem que o CAR pode representar variação inerente a processos metabólicos básicos (ARTHUR; HERD, 2008; HERD; ARTHUR, 2009).

Recentemente, foi demonstrado que animais com baixa taxa de consumo residual apresentaram taxas similares de ganho para animais com alto CAR, embora o consumo de alimento tenha sido menor (DURUNNA et al., 2012; LIMA; PEREIRA; RIBEIRO, 2013). O que permite identificar indivíduos eficientes e ineficientes que podem ser retidos ou removidos da população, respectivamente (WAGHORN et al., 2012), sem implicar no aumento da exigência de manutenção do rebanho de cria (LIMA; PEREIRA; RIBEIRO, 2013).

No CAR, possíveis discrepâncias na eficiência, devido a diferenças em características produtivas, são corrigidas com a inclusão da informação dessas

características do animal no modelo matemático para cálculo do CAR. Isso pode ocorrer, pois animais com pesos vivos diferentes, por exemplo, podem estar em momentos distintos de seu crescimento e também de deposição de tecidos (GOMES et al., 2012).

O conceito de CAR tem potencial de reconhecer genótipos ou animais individuais cuja exigência é igual, maior ou inferior à exigência de consumo de energia metabolizável (OKINE et al., 2004). É independente do calor, tecido e trabalho, por isso pode ser usado para quantificar os recursos de reserva disponíveis para o animal (PITCHFORD; LINES; WILKES, 2018).

A existência de variação genética no CAR oferece o potencial de que a seleção para CAR (para maior eficiência) produzirá progênes que comem menos, sem comprometer o desempenho, proporcionando assim uma verdadeira oportunidade para reduzir a quantidade de alimento para produção animal (HERD; ARTHUR, 2009).

Uma vez que o CAR é um traço hereditário moderado (ARCHER et al., 2002), bem como repetível (KELLY et al., 2010), pode haver um potencial para melhorar a eficiência alimentar dos rebanhos bovinos em longo prazo, selecionando fêmeas para as características reprodutivas e de eficiência alimentar em idade precoce (DAMIRAN et al., 2015).

Foi observado que essa variação no CAR tem herdabilidade moderada ($h^2 = 0,45$) (CROWLEY et al., 2010). Assim, a seleção de animais com baixo CAR como substitutos poderia ser uma ferramenta interessante, uma vez que a associação entre eficiência na vida adulta e precoce poderia reduzir o tempo e os custos da pesquisa de eficiência alimentar e aumentar a pressão de seleção para essa característica. Poucos estudos, no entanto, avaliaram essa característica durante a fase de aleitamento (LEÃO et al., 2018).

Portanto, a seleção de animais de baixo CAR no rebanho deve refletir em animais com melhor eficiência alimentar e progênie com menores requisitos para manutenção, sem comprometer o crescimento (LAWRENCE et al., 2012). Essa menor necessidade energética para manutenção e/ou a melhoria da eficiência da utilização da dieta, reduziria os custos de produção (HAFLA et al., 2013), sem, no entanto, prejudicar a saúde e produção animal (WAGHORN et al., 2012).

Ainda, o conceito de CAR também pode ser usado em estudos de nutrição para detectar diferenças na eficiência de utilização da dieta não revelada pela medição da

média de ingestão de alimento diário, ganho médio diário ou conversão alimentar, presumivelmente por causa da correlação entre esses parâmetros (HERD; ARTHUR, 2009).

Tais atributos tornaram o CAR a medida de eficiência alimentar mais estudada em bovinos e já vem sendo bastante utilizado em trabalhos de pesquisas internacionais para avaliação da eficiência alimentar em bovinos de corte (CROWLEY et al., 2010; MONTANHOLI et al., 2010) e na bovinocultura de leite (CONNOR et al., 2015; WILLIAMS et al., 2011).

Embora cerca de 30% das bezerras sejam criadas para reposições de rebanhos, a aplicação de CAR para uso em rebanhos de vacas é amplamente desconhecida. É interessante avaliar a prática atual da pecuária para seleção de novilhas substitutas em termos de eficiência alimentar (DAMIRAN et al., 2015).

A correlação genômica entre o IMS e o CAR não foi significativamente diferente de zero (0,03, com um erro padrão associado de 0,07). As correlações genômicas entre CMS, CAR e características de produção de leite não foram diferentes de zero, variando entre -0,10 e 0,11 vaca. Estimativas médias próximas a zero para CAR, sugerindo que essas características de eficiência alimentar em novilhas não estão correlacionadas com a produção de leite de vaca (GONZALEZ-RECIO et al., 2014).

Herd e Pitchford (2011) revisaram os resultados e descobriram múltiplas indicações de que as diferenças expressas no início de um teste CAR pós-desmame são expressas posteriormente à medida que os animais amadurecem.

Bezerras da raça Holandesa, selecionadas de acordo com a variação do CAR durante a fase de crescimento, apresentaram divergências no CAR durante a primeira lactação, embora as divergências tenham sido reduzidas na época (GILBERT et al., 2017; MACDONALD et al., 2014). Sendo que na fase de recria a eficiência alimentar está em função da manutenção e do crescimento, enquanto a eficiência alimentar em vacas maduras está principalmente relacionada às necessidades de manutenção e produção de leite. O CAR de novilha e o CAR de vacas em lactação provavelmente estão mais correlacionados durante a primeira lactação, sendo um estágio de transição no qual elas ainda estão crescendo ao mesmo tempo que produzem leite (GONZALEZ-RECIO et al., 2014). Recentemente MacDonald et al. (2014) relataram que a divergência de CAR em bovinos leiteiros foi menor durante a lactação (3%) do que durante um teste pós-desmame (21%).

Um aspecto importante a ter em conta, quando se seleciona a eficiência alimentar, é o potencial de antagonismo com a fertilidade (PRYCE et al., 2014; SHAFFER et al., 2011; VALLIMONT et al., 2013). As correlações genômicas entre intervalo de partos (IP) e CMS e CAR foram de 0,26 e -0,13, respectivamente. A estimativa da correlação genômica entre CAR e IP foi desfavorável (ou seja, novilhas mais eficientes são menos férteis, como vacas). As novilhas que comem mais tendem a ganhar escores de condição, presumivelmente convertendo mais ração em maiores quantidades de reservas de gordura (a estimativa de correlação genômica entre o escore de condição corporal (ECC) e o CMS foi de 0,37) e é provável que seja altamente ineficiente porque a mobilização de tecido adiposo requer maiores quantidades de gordura (a correlação entre ECC e CAR foi de 0,7; quanto maior o ECC, menos eficiente) (GONZALEZ-RECIO et al., 2014).

Sugerindo que o CAR seja incorporado de forma cativa em metas de melhoramento, pois está desfavoravelmente correlacionada com balanço energético negativo e por existir correlações genômicas fracas, mas desfavoráveis, entre CAR e fertilidade (GONZALEZ-RECIO et al., 2014).

3.4 Eficiência alimentar na redução dos custos de produção

Há um consenso geral de que o alimento é o principal custo de produção (HEINRICHS et al., 2013). Sendo que, os custos com alimentação podem representar mais de 73% do custo de produção de leite quando os preços do milho e do farelo de soja são altos (HEINRICHS et al., 2013). Apesar de que, quando a pastagem é incluída ao custo total o custo com alimentação é reduzido (BOULTON; RUSHTON; WATHES, 2017; MOHD NOR et al., 2012).

Os custos de alimentação são calculados com base nas necessidades diárias de energia e proteína para manutenção, crescimento, produção de leite, prenhez e atividade de categorias de animais individuais e de acordo com os preços médios por quilograma de matéria fresca em rações com determinada matéria seca (MS), energia líquida, e teores proteicos (KRUPOVÁ et al., 2016).

Dessa forma, mais atenção tem sido dada ao melhoramento genético de características funcionais associadas à redução dos custos de produção (MIGLIOR; MUIR; VAN DOORMAAL, 2005), em que, critérios de seleção devem sempre ser conduzidos com base nos principais componentes econômicos compatíveis com as

condições brasileiras, de modo que seus resultados possam ser utilizados como potencial ganho genético (CASTILHO et al., 2011).

Considerando a representatividade dos custos com alimentação dentro dos custos variáveis totais, uma pequena diferença nos preços relativos e na quantidade consumida pode ter efeito na lucratividade (MOLLENHORST et al., 2016). O aumento no preço da ração mudaria a ênfase econômica das características de produção, particularmente para características de eficiência alimentar e peso adulto das vacas (HIETALA et al., 2014).

A melhoria da eficiência alimentar do gado leiteiro pode ter efeito sobre a rentabilidade da produção leiteira. Além disso, do ponto de vista ambiental, a crescente preocupação do público com o impacto ambiental da produção pecuária representa um desafio para a indústria de laticínios para mitigar o impacto ambiental da pecuária leiteira (HIETALA et al., 2014).

O lucro da inclusão de CAR, como critério de seleção adicional, deve ser avaliado em relação ao lucro gerado a partir do cenário-base (ARCHER; BARWICK; GRASER, 2004). Oportunidades significativas existem para melhorar a eficiência por meio da seleção de gado leiteiro eficiente (baixo CAR), porque apenas 30% da ingestão de energia é retida no produto e 70% está associada à manutenção e à síntese do produto (WAGHORN et al., 2012).

Com o uso do CAR como critério de seleção, os animais podem ser selecionados por consumirem menos alimentos para o mesmo nível de produção, e com isso, aumentar a rentabilidade do sistema (MOORE et al., 2005). Isso porque o impacto econômico de uma unidade de aumento na eficiência alimentar é maior do que o semelhante aumento no ganho em peso (SHRECK et al., 2008). Diante de tal fato, Almeida, Lanna e Leme (2004) projetaram uma redução no custo de produção por volta de 394 milhões de reais por ano, considerando o impacto do uso da seleção para eficiência de produção, com base no consumo alimentar residual em todo o rebanho brasileiro (LIMA; PEREIRA; RIBEIRO, 2013).

Os valores econômicos negativos para CAR mostraram que aumentos nas médias dessas características são economicamente desfavoráveis (KRUPOVÁ et al., 2016). Por exemplo, quando o preço da ração foi aumentado em 20%, a soma dos pesos econômicos relativos para características de eficiência alimentar aumentou em 1,0 ponto percentual e, em contraste, a soma dos pesos econômicos relativos para

características de produção diminuiu 3,6 pontos percentuais (HIETALA et al., 2014). O valor econômico para CAR, estimado por Bell et al. (2013) foi, em dólares australianos (A \$), -A \$ 102,61 / kg diário de CAR por vaca por ano, o que significa que diminuir o CAR em 1 kg / d resultaria em um aumento de A \$ 102,61 por vaca por ano, assumindo que outros valores foram mantidos constantes.

As características de eficiência alimentar contribuíram com 8% para a importância econômica relativa total de todas as características nos sistemas de produção de bovinos leiteiros (KRUPOVÁ et al., 2016). Isso está próximo dos valores de 6 a 8% estimados para gado leiteiro finlandês (HIETALA et al., 2014).

Como afirmado por Hietala et al. (2014), a importância econômica da CAR em bovinos é provável que cresça com o aumento das exigências para mitigar o impacto ambiental da produção pecuária, e particularmente das fazendas intensivas de leite, sendo esse outro fator que pode influenciar o efeito da CAR.

4 CAPÍTULO II: Efeito do consumo alimentar residual nos indicadores produtivos e financeiros de fêmeas F1 Girolando na fase de cria

4.1 INTRODUÇÃO

Fatores como o aumento nos custos de produção, a crescente competitividade no setor e o forte apelo sócio ambiental desafiam a pecuária leiteira moderna no aumento de sua eficiência, o que exige redução nos custos de produção, maior produtividade do rebanho bovino e redução nos prejuízos ao meio ambiente. Nesse sentido, estratégias nutricionais de rebanhos leiteiros, devem estar associadas à redução do aporte de insumos externos e na maximização do uso dos insumos disponíveis no próprio sistema para suporte à produção de leite pretendida (MARTINS, 2017).

No que diz respeito à genética, animais F1 Holandês x Gir, oriundos do cruzamento entre a raça Holandesa e a raça Gir Leiteiro, apresentam maior potencial para o aumento da produtividade da pecuária leiteira nos trópicos. Essa produtividade trata-se do ponto-chave para a rentabilidade da atividade leiteira, pois o aumento da produção de leite reflete na maior produtividade por área e por mão de obra, e torna os animais mais adaptados às condições nacionais e mais competitivos, por diluir os custos fixos da fazenda (VANDEHAAR et al., 2016).

Contudo, mais do que animais altamente produtivos, é importante nos atentarmos para eficiência no aproveitamento dos nutrientes ingeridos através da dieta. De forma que, a seleção de animais mais eficientes no aproveitamento do alimento refletirá em redução nos custos com alimentação para animais. Sendo que os gastos com alimentação representam impactos econômicos importantes na bovinocultura, o que se trata do principal custo da atividade pecuária. Dessa forma, com o objetivo de identificar o indivíduo com menor exigência energética compatível com sua produção, várias maneiras de medir a eficiência na utilização da dieta têm sido utilizadas (BERRY; CROWLEY, 2013; GRION et al., 2014), em que estudos com eficiência alimentar de rebanhos leiteiros zebuínos e mestiços são desafios para a pesquisa agropecuária tropical.

Na produção leiteira, aproximadamente 60% dos custos de produção estão relacionados com a alimentação (HO et al., 2005). Uma alternativa para reduzir os custos de alimentação e aumentar a eficiência da produção seria melhorar a eficiência

do uso de alimentos. Sendo que, além do aspecto econômico, a maior eficiência resulta na redução do desperdício de recursos naturais e emissões de metano (WAGHORN; HEGARTY, 2011), reduzindo assim os impactos ambientais.

4.2 OBJETIVO

Avaliar o efeito do consumo alimentar residual nos indicadores financeiros e produtivos em fêmeas F1 Girolando na fase de aleitamento.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1 Local, animais, dietas e manejo

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Gado de leite, localizada em Coronel Pacheco, Minas Gerais, Brasil., no período de 26/10/2014 at

Trinta e seis bezerras F1 Girolando, com peso inicial médio de $32,4 \pm 6,6$ kg, nascidas entre outubro a dezembro, foram incluídas no experimento. Imediatamente após o nascimento, as bezerras foram retiradas de suas mães, pesadas e tiveram seus cordões umbilicais imersos em solução de iodo a 10%. A colostragem dos animais foi realizada dentro de 6 horas após o nascimento, garantindo o consumo de 10% do peso ao nascer de colostro (> 50 g de IgG / L). A transferência passiva de imunidade foi avaliada usando proteína sérica total. Amostras de sangue foram coletadas através de punção venosa jugular em 48 h após o nascimento, centrifugadas a $1.800 \times g$ por 10 min em temperatura ambiente ($22-25$ °C) e a proteína sérica total (g / dL) foi medida com refratômetro (proteína sérica REF -301, Biocotek, Beilun, Ningbo, China).

As bezerras foram alojadas em baias individuais de areia ($1,25 \times 1,75$ m, amarradas com correntes de 1,2 m de comprimento), que foram alocadas em um galpão com laterais abertas e paredes finais. As bezerras foram alimentadas com 6 L de leite / dia durante todo o período pré-desmame, divididos em 2 refeições iguais, oferecidas às 7h e às 14h. As bezerras foram alimentadas com leite de transição até os 3 dias de idade e leite integral a partir dos 4 dias de idade, até o desmame. Água e ração sólida foram oferecidas em baldes para ingestão *ad libitum* durante todo o

período experimental. A ração sólida à base de alimento foi composta por 95% de ração inicial (Soylac Rumen 20% floculada, Total Alimentos, Três Corações, Minas Gerais, Brasil) e 5% de feno de Tifton 85 picado (Tabela 1). O crescimento foi monitorado semanalmente e o consumo de ração (leite e ração sólida) foi monitorado diariamente até os 82 dias de idade, quando todos os bezerros foram abruptamente desmamados.

4.3.2 Análises de composição nutricional

O leite foi amostrado duas vezes por dia em frascos de plástico contendo bronopol em cada alimentação para análise de sólidos totais (ST), proteína bruta (PB), lactose e teor de gordura. A análise dos componentes do leite foi realizada por espectrofotometria, usando Bentley 2000 (Bentley Instruments, Chaska, MN). Os valores médios \pm DP foram 12,55% \pm 0,93 ST, 3,93% \pm 1,06 gordura, 3,13% \pm 0,16 PB e 4,54% \pm 0,19 lactose.

Amostras de alimento sólido (feno e fermento) e suas amostras foram coletadas três vezes por semana, agrupadas em uma amostra semanal e armazenadas a -20 °C até a análise. As amostras de alimento foram secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72h, moídas a 1 mm de tamanho de partícula em um moinho Wiley (modelo 3, Arthur H. Thomas Co., Filadélfia, PA) e analisadas para MS, PB, extrato etéreo, cinza, cálcio e fósforo de acordo com a AOAC International (1995). Tanto a FDN quanto o FDA foram determinados de acordo com os métodos de Van Soest, Robertson e Lewis (1991). A energia bruta foi determinada usando um calorímetro de bomba adiabática (Parr Instrument Company, Moline, IL). O teor de matéria orgânica foi estimado em MO = 100 - cinza (AOAC INTERNATIONAL, 1995). Os carboidratos não fibrosos foram calculados usando a equação proposta por Hall et al. (1999): $CNF_{cp} = 100 - (PB + FDN_{cp} + EE + cinza)$, em que subscrito *cp* representa correção para cinzas e proteína.

4.3.3 Consumo e desempenho

O consumo de dieta sólida foi calculado subtraindo-se as sobras das quantidades oferecidas. A alimentação e a água foram pesadas usando uma balança

portátil (WH-A04, WeiHeng, China). O consumo diário de leite foi calculado como a soma das diferenças entre as quantidades ofertadas e recusadas nas mamadas da manhã e da tarde. O consumo de alimentos sólidos e de leite foi medido de 4 dias de vida até 12 semanas de idade. As bezerras foram pesadas ao nascimento, aos 3 dias de idade (ou seja, quando a dieta experimental foi oferecida), e semanalmente depois disso. As pesagens foram realizadas antes do aleitamento matinal.

4.3.4 Índice de eficiência alimentar

O consumo alimentar residual foi calculado em 56 dias de observação. A ingestão e o desempenho foram avaliados entre 4 e 83 dias de idade. O CMS total foi obtido a partir da soma do CMS do leite e do CMS da alimentação sólida (quantidade oferecida menos as sobras com base na MS). O ganho de peso médio diário foi calculado como o coeficiente de regressão linear de PV (PROC REG; ver. 9.0, SAS Institute Inc., Cary, NC), composto por 9 medidas de PV por bezerra a intervalos de 7 dias, e $PV^{0,75}$ foi calculado usando o PV no 23º dia de teste. A eficiência alimentar foi medida usando a relação entre o CMS diário médio e o GMD (KHAN et al., 2007).

O consumo de matéria seca, $PV^{0,75}$ e GMD foram usados para estimar CAR usando regressões lineares proposto por Koch et al. (1963), em que CAR foi calculado como a diferença entre CMS e GMD realizados e previstos, conforme o modelo estatístico a seguir.

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1(PV^{0,75}_j) + \beta_2(CMS_j) + e_j,$$

Em que:

Y_j é o CMS padronizada do j-ésimo animal; β_0 é a interceptação da regressão; β_1 é o coeficiente de regressão em $PV^{0,75}$; β_2 é o coeficiente de regressão em GMD; e e_j é o erro do animal.

As bezerras foram classificadas em três grupos de CAR: alta eficiência (n=13), média eficiência (n=14) e baixa eficiência (n=9), em que apenas os grupos de alta e baixa eficiência foram considerados no estudo.

4.3.5 Eficiência financeira

Durante a fase experimental as informações relacionadas ao consumo, desempenho e crescimento dos animais foram anotados em planilhas específicas. Apesar de o consumo de leite ser estimado em 6l/dia/animal a sobra era anotada diariamente e individualmente, caso houvesse sobra após 20 minutos do fornecimento.

Para cálculo das variáveis relacionadas aos custos foi considerado o preço do litro de leite de R\$0,97/L e do quilograma do concentrado comercial de R\$1,99/kg aplicado no período experimental. As variáveis de eficiência financeira estudadas foram:

- Custo total com concentrado (R\$ concentr.) – Trata-se do custo total do concentrado consumido pelas bezerras durante o período de teste.

$$\text{R\$ concent} = \text{consumo total de concentrado} * \text{custo do Kg do concentrado}$$

- Custo do leite (R\$ leite) - Trata-se do custo total do leite consumido pelas bezerras durante o período de teste.

$$\text{R\$ leite} = \text{consumo total de leite} * \text{custo do L de leite}$$

- Custo com alimentação (R\$ alimentação) - Trata-se do custo total do leite somado ao custo com concentrado consumido pelas bezerras durante o período de teste.

$$\text{R\$ alimentação} = \text{R\$ leite} + \text{R\$ concentrado}$$

- Custo por quilograma de ganho de peso (R\$/kg PV) - Trata-se do custo com alimentação para cada kg de PV ganho durante o período de teste.

$$\text{R\$/kg PV} = \text{R\$ alimentação} / \text{Ganho de peso (kg) por animal no período}$$

- Custo por centímetro de ganho de altura (R\$/cm de AL) - Trata-se do custo com alimentação para cada cm de altura ganho durante o período de teste.

R\$/cm de AL = R\$ alimentação/ altura ganha (cm) por animal no período

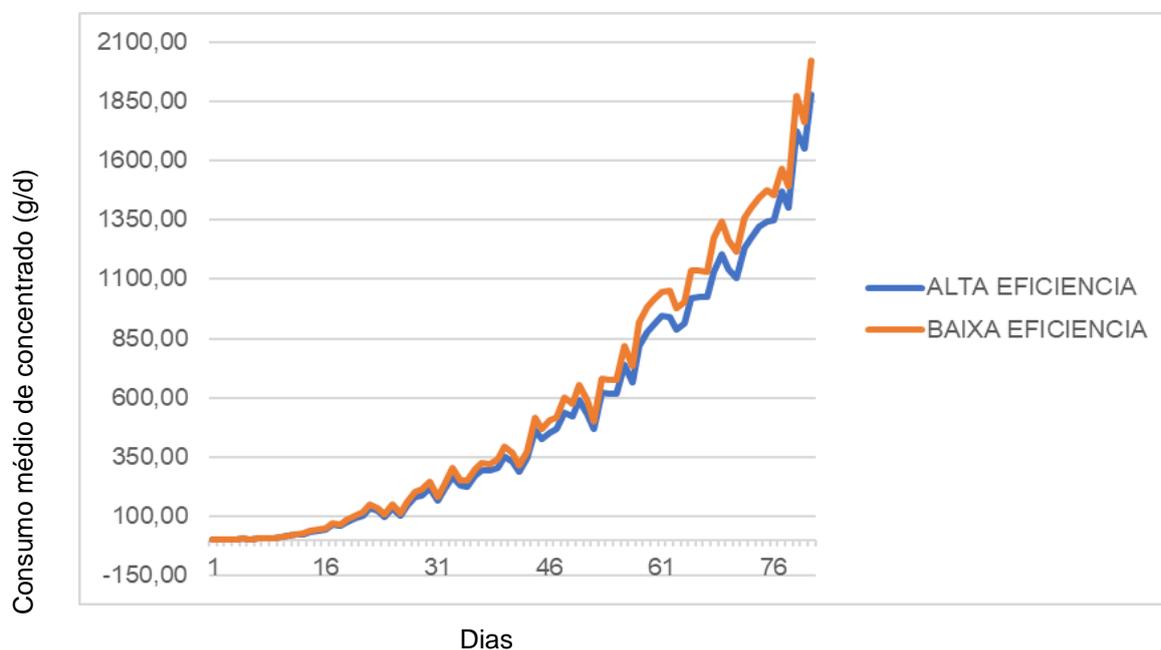
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios, máximos e mínimos para os dados produtivos e econômicos em relação às bezerras mais e menos eficientes para CAR estão apresentados na tabela 1. Os animais mais e menos eficientes apresentaram consumo total de concentrado (CTC) acumulado durante o período como lactente de 43,23 e 53,27 kg, respectivamente. Considerando o CTC médio, podemos verificar que os animais mais eficientes para CAR consumiram 18,84% menos concentrado comparado aos animais menos eficientes (Figura 1). O que representou redução de 10,04 kg no consumo de concentrado durante todo o período de aleitamento. O consumo diário de concentrado (CDC) foi de 0,54 kg para as bezerras mais eficientes e 0,67 kg para as bezerras menos eficientes. Essa diferença já era esperada, sendo que, o CMS apresenta correlação de 0,52 com CAR (WILLIAMS et al., 2011).

Tabela 1 - Valores médio, máximos e mínimos para os dados produtivos e econômicos em relação as bezerras mais e menos eficientes para CAR

Itens	Mais eficientes CAR (n = 13)				Menos eficientes CAR (n = 9)			
	Média	Max	Min	Variação	Média	Max	Min	Variação
CAR	-0,132				0,132			
Coefficientes de Eficiência Alimentar								
Consumo total de concentrado (Kg)	43,23	69,74	12,43	4,61	53,27	93,09	22,09	3,2
Consumo diário de concentrado (Kg/dia)	0,54	0,87	0,16	4,61	0,67	1,16	0,28	4,2
Total de ganho de peso (Kg)	66,09	86,40	49,40	0,75	68,01	78,40	52,00	0,50
Consumo total de leite (Litros)	527,77	534,60	512,35	0,04	526,99	533,95	506,40	0,1
Ganho total de altura (cm)	18,9	23,0	13,0	0,8	19,0	24,0	13,0	0,8
Consumo de concentrado (Kg) / Kg peso ganho	0,638	0,861	0,252	2,422	0,768	1,246	0,425	1,933
Consumo de leite (L) / Kg peso ganho	8,159	10,658	6,188	0,722	7,867	10,246	6,809	0,505
Consumo de concentrado (Kg) / cm altura ganho	2,287	3,267	0,723	3,519	2,852	5,818	1,699	2,423
Consumo de leite (L) / cm altura ganho	28,515	40,596	23,243	0,747	28,738	40,985	21,100	0,942
Coefficientes de Eficiência Financeira								
Custo (R\$) / Kg peso ganho	9,21	10,88	7,63	0,43	9,19	10,82	8,19	0,32
Custo (R\$) / cm altura ganho	32,31	45,77	26,70	0,71	33,65	44,07	25,38	0,74
Custo total com concentrado (R\$)	86,02	138,77	24,74	4,61	106,00	185,22	43,96	3,21
Custo total com alimentação (R\$)	599,85	659,26	537,34	0,23	619,08	705,07	562,69	0,25

Figura 1 - Consumo médio diário de concentrado para grupos bezerras lactentes divergentes para CAR



Fonte: Bhering, 2019.

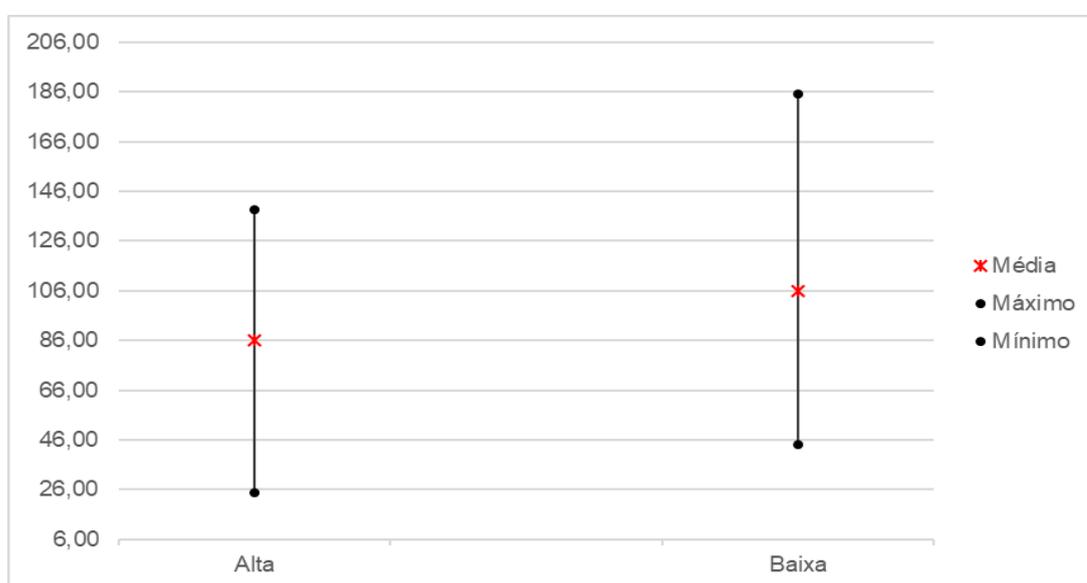
O CAR é o índice de eficiência alimentar mais utilizado (KOCH et al., 1963). A seleção de animais com baixo CAR na fase de recria trata-se de uma estratégia interessante, uma vez que a associação entre eficiência na vida adulta e precoce poderia reduzir o tempo e os custos da pesquisa de eficiência alimentar e aumentar a pressão de seleção para essa característica. Em que, ganhos na eficiência são consequência da diminuição dos custos de energia de manutenção e da síntese do produto (carcaça ou leite) (WAGHORN et al., 2012). Poucos estudos, no entanto, avaliaram essa característica durante a fase de pré-desmame (LEÃO et al., 2018). Muito menos o efeito da seleção do CAR na redução dos custos com alimentação de bezerras até o pré-desmame.

Williams et al. (2011) afirmam que em novilhas em crescimento, a variação no CAR será menor do que em animais adultos. Portanto, podemos esperar maior economia na IMS dos animais selecionados com baixo CAR quando estiverem na fase adulta, seja como vacas lactantes ou vaca seca. Bezerras da raça Holandesa selecionadas de acordo com a variação do CAR durante a fase de crescimento

apresentaram divergências no CAR durante a primeira lactação, embora as divergências tenham sido reduzidas na época (GILBERT et al., 2017; MAC DONALD et al., 2014).

Considerando os valores da média do consumo dos animais durante o período de aleitamento, as bezerras mais eficientes proporcionaram uma economia de R\$19,98 por animal no período da cria (Figura 2). Sendo que, a importância da redução dos custos com concentrado é reforçada pela atual volatilidade dos preços dos insumos utilizados pela pecuária.

Figura 2 - Custo médio, máximo e mínimo do concentrado dos diferentes grupos de eficiência para CAR



Fonte: Bhering, 2019.

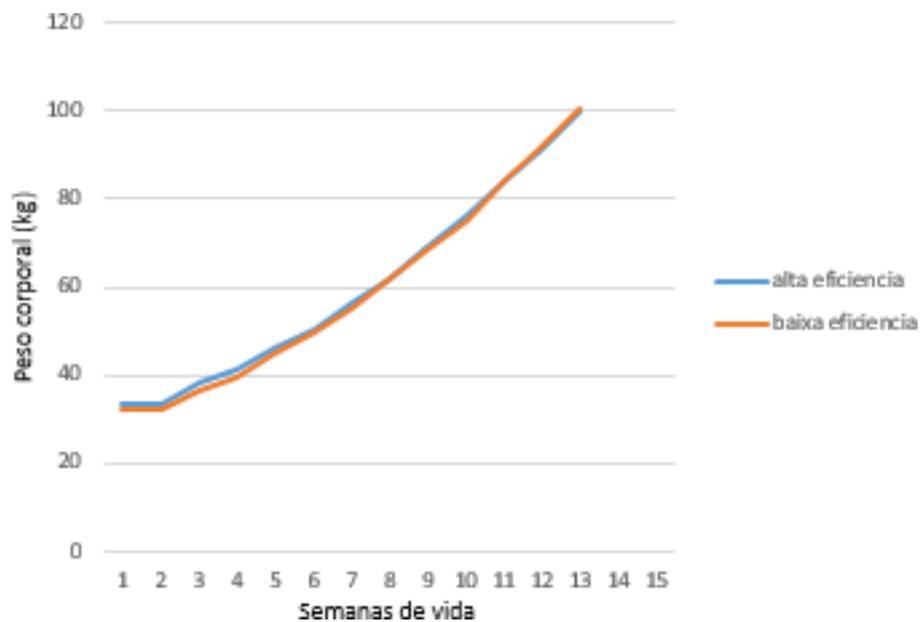
Contudo, a redução dos custos com dieta sólida na fase de pré-desmame deve ser cuidadosa. Sendo que o valor do custo do kg de matéria seca do concentrado é menor, comparado com os custos com dieta líquida. Além disso, o concentrado estimula o desenvolvimento das papilas ruminais (VELAYUDHAN et al., 2008).

À medida que o animal inicia o consumo de concentrado, a microbiota ruminal se encarrega de fermentar carboidratos em AGV's. Dentre os ácidos liberados, o ácido butírico e, em menor proporção, o propiônico, são metabolizados na parede ruminal e com isso estimulam o desenvolvimento das papilas ruminais (DRACKLEY, 2008). O

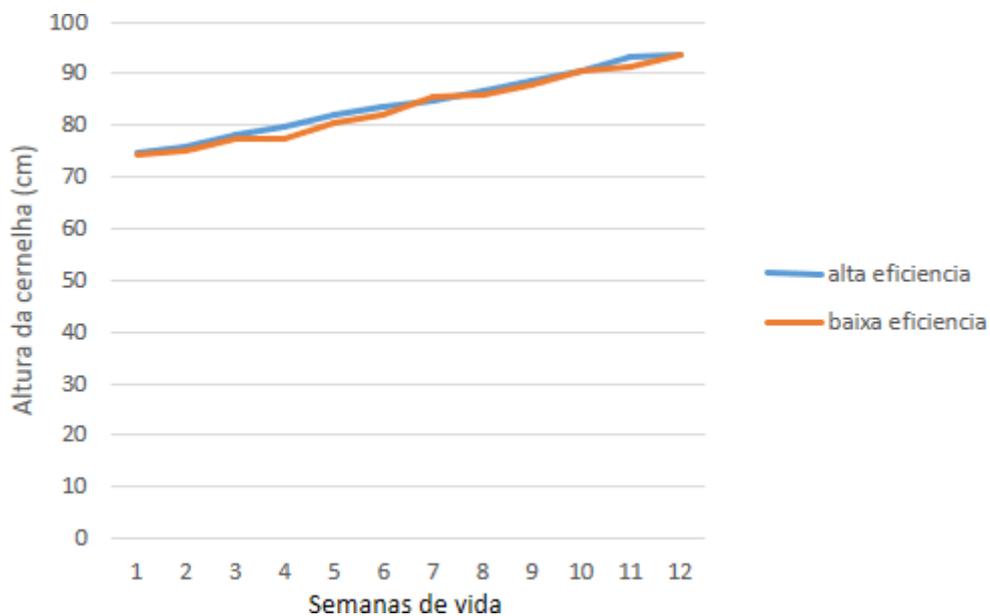
desenvolvimento ruminal, no que se refere à quantidade e ao tamanho de papilas, vão permitir a absorção de produtos finais da fermentação, contribuindo com o atendimento das necessidades energéticas do animal (MONTEIRO et al., 2015; SILVA et al., 2015). A substituição gradual da dieta líquida por sólida é então, um fator que contribui para o ganho de peso e a redução da mortalidade de bezerras (DRACKLEY, 2008). Dessa forma estudos que investiguem o efeito da maior eficiência para CAR no desenvolvimento ruminal e produção de AGV em bezerras leiteiras devem ser encorajados.

O CDC de bezerras F1 Girolando, encontrado neste experimento, foi menor que o valor estimado por Boulton, Rushton e Wathes (2015) de $0,8 \pm 0,3$ kg /bezerra/d (variação de 0,3 a 2,3). A maior ingestão de dieta sólida pelas bezerras contribui para a alteração da proporção do rúmen retículo em relação ao omaso-abomaso, tornando-os ruminantes mais cedo. Fato interessante, pois o produtor de leite poderá utilizar apenas dietas sólidas mais rapidamente, portanto, diminuindo os custos com a alimentação (SOUSA et al., 2007).

Considerando-se o ganho de peso (Figura 3) e ganho de altura (Figura 4) das bezerras como variável de desempenho produtivo na fase de aleitamento. Para ganho de altura houve diferença de apenas 0,1 cm entre as médias para alto e baixo CAR. O que já era esperado, visto que, o consumo de alimento residual é independente da taxa de crescimento (BERRY; CROWLEY, 2013). A independência do CAR para ganho de altura é interessante, uma vez que, correlação genômica positiva foi encontrada entre a estatura e a IMS (0,16), indicando que as vacas mais altas comem mais (GONZALEZ-RECIO et al., 2014).

Figura 3 - Ganho de peso das bezerras lactentes F1 Girolando.

Fonte: Bhering, 2019.

Figura 4 - Ganho de altura das bezerras lactentes F1 Girolando.

Fonte: Bhering, 2019.

Não observou nenhuma diferença para as medidas morfológicas mensuradas no início e final do teste para a variação das medidas morfométricas no período de teste entre as classes de CAR. Esses resultados mostram que a classificação de animais mais eficientes para CAR não tem influência na estrutura corporal dos animais.

Já os resultados de média mostraram diferença de 1,92 kg para ganho de peso total (GPT) durante o período de aleitamento entre os grupos mais e menos eficientes selecionados para CAR. Sendo que os animais mais eficientes apresentaram de 66,09 kg, enquanto os menos eficientes tiveram GPT de 68,01 kg.

Em relação às medidas morfológicas, é importante destacar que o ganho de peso diário não representa corretamente o desenvolvimento corporal das novilhas. Dessa forma, medidas morfológicas devem ser usadas para complementar as medidas de PC ou como indicadores de taxa de crescimento. O conhecimento da curva de crescimento de bovinos é de extrema importância, pois fornece informações para o estabelecimento de estratégias de manejo, contribuindo para a tomada de decisão sobre a adoção de determinada tecnologia. As taxas de ganho médio diário de peso e altura de cernelha das bezerras estão representadas nas figuras 2 e 3, respectivamente.

Durante o período de aleitamento foi fornecida uma quantidade fixa de 6 L por animal / dia. Quantidade recomendada para se atingir desempenhos favoráveis e capaz de permitir idade no primeiro parto de 24 meses. Volumes maiores de leite, como 8 a 10% de seu peso vivo, pode levar a grandes volumes de leite consumido pelas bezerras e conseqüentemente limitar o maior consumo alimentos sólidos (WATTIAUX, 2018).

Já bezerras que recebem baixo volume de leite, como por exemplo quatro litros de leite por dia, têm baixas taxas de ganho de peso e tendem a ser vulneráveis quando submetidas ao estresse, seja estresse térmico, quando acima ou abaixo da zona termoneutra (15 °C a 25 °C) e/ou quando têm que responder às agressões de patógenos. Essa vulnerabilidade talvez seja responsável pelas baixas taxas de ganho de peso, baixa eficiência alimentar e as altas taxas de mortalidade e morbidade, frequentemente observadas na criação de bezerras (COELHO, 2009).

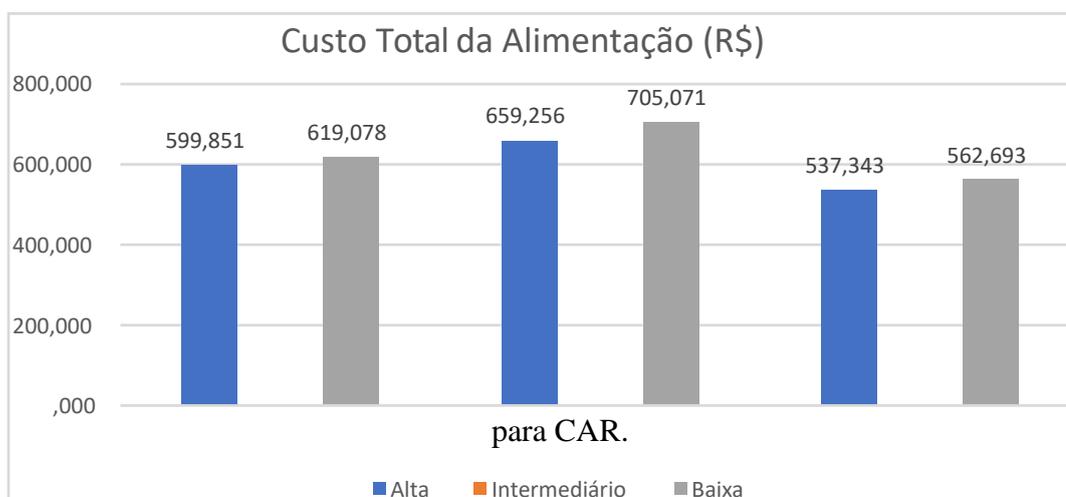
Contudo, houve ocasiões em que determinado animal não ingeria a dieta líquida totalmente. As sobras foram anotadas em planilha e consideradas para cálculo do consumo de leite total (CLT). Assim, os animais mais e menos eficientes, consumiram em média 527,77 L e 526,99 L respectivamente, durante o período. Porém, quando se considera os animais individualmente, observamos consumo máximo de 534,6 L e consumo mínimo de 506,4 L de dieta líquida durante o aleitamento das bezerras. Essa diferença na média de consumo individual mostra, possivelmente, variação no consumo diário individual das bezerras em resposta às condições de saúde delas. O que torna importante a avaliação dos dias de tratamento de doenças em relação ao consumo diário de leite, para confirmação dessa afirmativa. Inclusive, os animais podem apresentar mudança comportamental do consumo de dieta, antes do diagnóstico da doença pelo tratador. O que torna relevante considerar o consumo diário de leite de cada indivíduo.

De acordo com Reis et al. (2018) a alimentação foi responsável por 89,20% do custo operacional total da produção do sistema de cria, sendo que o leite fornecido foi o item com a maior representatividade (75,63%), em função da dieta líquida (leite integral) que os animais receberam. Ou seja, a dieta líquida é um dos componentes que mais onera o custo de criação de bezerras leiteiras, representando pelo menos 70% dos custos variáveis (BITTAR; FERREIRA; SILVA, 2016) e 52,3% do custo operacional efetivo (SANTOS; BELONI, 2016). Dessa forma, o desaleitamento precoce ou a adoção de dieta líquida de baixo custo pode reduzir o custo final da novilha de reposição (SANTOS; BITTAR, 2015).

Apesar do alto custo com dieta líquida na cria de bezerras leiteiras, é importante reconhecer que o sistema digestivo da bezerra é totalmente dependente dos nutrientes do leite, durante as primeiras semanas de idade (OLIVEIRA; ZANINI; SANTOS, 2007). Os requerimentos dietéticos nessa fase são melhores supridos com dietas líquidas de alta qualidade, com fontes de carboidratos, proteínas, e gorduras que são eficientemente digestíveis. O período mais crítico é entre 2-3 semanas de idade, quando o sistema digestivo é imaturo, mas está desenvolvendo rapidamente as secreções digestivas e atividade enzimática (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 2001).

O custo com alimentação (colostro, leite, concentrado e forragem) foi o principal componente em 48,5%, com o leite respondendo por 37,3% deste total (BOULTON; RUSHTON; WATHES, 2015). Posteriormente Boulton, Rushton e Wathes (2017) o custo médio com alimentação no nascimento até o desmame foi de 46,4% do total do custo médio. Para o cálculo do custo total com alimentação nesse ensaio foi somado o custo total com concentrado e custo total com a dieta líquida. Sendo que o custo total médio para os animais mais eficientes foi de R\$599,85 e R\$619,08 para os menos eficientes. Mas, o custo com alimentação variou de R\$537,34 a R\$705,07 (Figura 5). O custo médio diário por animal com alimentação nesse experimento foi de R\$8,00 variando de R\$7,07 a R\$9,28 (mediano R\$7,10). Sendo que o custo diário de alimentação foi de 7,90 em média para os animais mais eficientes e R\$8,15 para os animais menos eficientes.

Figura 5 - Custo médio, máximo e mínimo da alimentação dos diferentes grupos de eficiência.



Fonte: Bhering, 2019.

Para que o período de teste para CAR fosse respeitado o período aleitamento precisou ser estendido até 80 dias, somando 76 dias de ensaio até o desaleitamento. Contudo, visto o grande custo de produção de bezerras, principalmente no período pré-desmame, ressalta-se a importância de reduzir esse período, desde que o desempenho animal não seja comprometido (REIS et al., 2018). Heinrichs et al. (2013) encontraram custo diário por bezerra de US \$ 2,17. Sendo o custo nessa fase mais

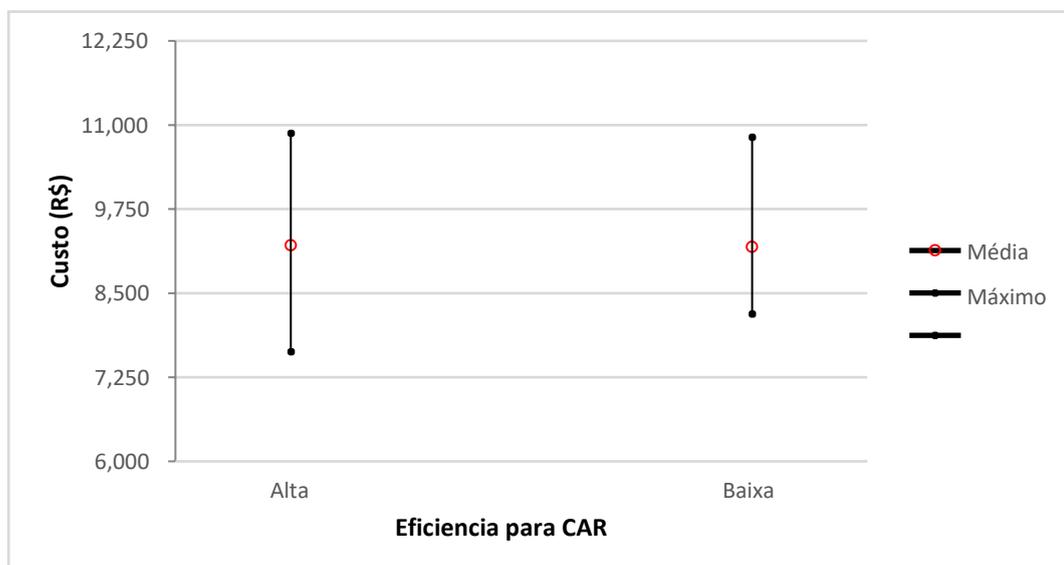
caro, em relação aos outros períodos da recria. Já Boulton, Rushton e Wathes (2015) encontraram custo médio diário de £ 3,14 ± 0,85 (intervalo de £ 1,68 a £ 6,11, mediano £ 3,03). Boulton, Rushton e Wathes (2015) citam idade média das bezerras ao desmame de 62 ± 13,3 dias.

O grupo mais eficiente para CAR na média consumiu 0,130 kg menos concentrado para ganharem um kg de peso vivo. Considerando o consumo individual de cada bezerra do grupo mais eficiente, o consumo variou de 0,252 kg a 0,861 kg. Enquanto as bezerras menos eficientes tiveram consumo variando de 1,246 kg a 0,425 kg. Já os valores médios para consumo de leite para cada um kg de peso vivo tiveram menor variação entre os grupos mais e menos eficientes para CAR. Em média as bezerras mais eficientes e menos eficientes consumiram 8,159 L e 7,867 L, respectivamente, para cada kg de ganho de peso vivo.

Em relação ao ganho de altura, os animais mais eficientes consumiram 2,287 kg de concentrado e 28,515 L de leite para cada cm ganho. Enquanto foi consumido 2,852 kg de concentrado e 28,738 L de leite pelas bezerras menos eficientes.

O custo médio por kg de ganho de peso foi de R\$9,20, variando de R\$7,63 a R\$10,88 (Figura 6). Já o custo do cm de altura ganho foi de R\$32,31 para os animais mais eficientes e R\$33,65 para os menos eficientes. Variando de R\$25,38 a R\$45,77 entre os animais na fase de aleitamento.

Figura 6 - Custo médio, máximo e mínimo com alimentação por kg de PV ganho dos diferentes grupos de eficiência para CAR.



Fonte: Bhering, 2019.

A coleta de dados referentes ao consumo por unidade de desempenho pode compor um *benchmark* para o sucesso das estratégias estabelecidas e ser comparado entre diferentes fazendas e sistemas produtivos. Recomenda-se a criação de uma gama de *benchmark* para que referências de alto e baixo seja usado. O que pode representar alguma oportunidade de controle de custos. O usuário pode comparar o histórico da fazenda para as metas estabelecidas

Na bovinocultura brasileira, a seleção para eficiência alimentar vem sendo abordada com animais que utilizam os alimentos de forma mais eficiente e necessitam consumir menos para atingir o mesmo nível de produção e, dessa forma, são mais lucrativos e produzem mais alimento por unidade de área (CAMPOS et al., 2016). Estimativas de herdabilidade de CMS e CAR usando relações genômicas foram de 0,44 e 0,33, respectivamente, sugerindo que a seleção para melhorar essas características é possível (GONZALEZ-RECIO et al., 2014). Dessa forma, a existência de variação genética no CAR oferece o potencial de que a seleção para CAR de matrizes e touros de raças puras (para maior eficiência) é capaz de gerar progênies que comem menos e conseqüentemente reduzir os custos com alimentação de animais oriundos do cruzamento, sem comprometer o desempenho animal. Proporcionando assim, uma verdadeira oportunidade de reduzir a quantidade de alimento para produção de animais oriundos de cruzamentos.

4.5 CONCLUSÃO

Bezerras F1 Girolando divergentes em eficiência alimentar para CAR proporcionam maior eficiência financeira no sistema de produção. Sugerindo que a seleção para CAR de animais de raça pura é potencialmente capaz de refletir em menor custo, sem interferir no desenvolvimento dos animais cruzados na fase lactente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R.; LANNA, D. P. D.; LEME, P. R. Consumo alimentar residual: um novo parâmetro para avaliar a eficiência alimentar de bovinos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.
- AOAC INTERNATIONAL. Animal feed. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16th ed. Arlington, 1995.
- ARCHER, J. A. et al. Genetic variation in feed intake and efficiency of mature beef cows and relationships with post-weaning measurements. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002, Montpellier. **Proceeding...** Montpellier: WCGALP, 2002. p. 221–224.
- ARCHER, J. A.; BARWICK, S. A.; GRASER, H. U. Economic evaluation of beef cattle breeding schemes incorporating performance testing of young bulls for feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 44, p. 393–404, 2004.
- ARTHUR, J. P. F.; HERD, R. M. Efficiency of feed utilisation by livestock— Implications and benefits of genetic improvement. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 85, p. 281–290, 2005.
- ARTHUR, J. P. F.; HERD, R. M. Residual feed intake in beef. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, p. 269–279, 2008. (Supl.).
- BELL, M. J. et al. The effect of changing cow production and fitness traits on net income and greenhouse gas emissions from Australian dairy systems. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 7918-7931, 2013.
- BERRY, D. P. Improving feed efficiency in cattle with residual feed intake. In: GARNSWORTHY, P. C.; WISEMAN, J. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham: Nottingham University, 2008. p. 67–99.
- BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. Cell biology symposium: genetics of feed efficiency in dairy and beef cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 1594–1613, 2013.
- BITTAR, C. M. M.; FERREIRA, L. S.; SILVA, J. T. Sucedaneos lacteos para bezerras leiteiras. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia: Criação de Bezerras Leiteiras**, Belo Horizonte, n. 81. p. 56-74, 2016.

BOULTON, A. C.; RUSHTON, J.; WATHES, D. C. A study of dairy heifer rearing practices from birth to weaning and their associated costs on UK dairy farms. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 5, p. 185–197, 2015.

BOULTON, A. C.; RUSHTON, J.; WATHES, D. C. An empirical analysis of the cost of rearing dairy heifers from birth to first calving and the time taken to repay these costs. **Animal**, Cambridge, v. 11, p. 1372–1380, 2017.

BRICKELL, J. S. et al. Mortality in Holstein-Friesian calves and replacement heifers in relation to body weight and IGF-I concentration, on 19 farms in England. **Animal**, Cambridge, v. 3, p. 1175–1182, 2009.

CAMPOS, M. M. et al. Aumentando a eficiência alimentar dos bovinos de leite através do melhoramento genético. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 9., 2012, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBMA, 2012.

CAMPOS, M. M. et al. Eficiência bioenergética em bovinos de leite. In: VILELA, D. et al. (Ed.). **Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 359-373.

CARVALHO, M. P. et al. (Ed.). **Cenários para o leite no Brasil em 2020**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007.

CASTILHOS, A. M. et al. Test post-weaning duration for performance, feed intake and feed efficiency in Nellore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, p. 301-307, 2011.

COELHO, S. G. et al. **Alimentação de gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009.

CONNOR, E. E. Improving feed efficiency in dairy production: challenges and possibilities. **Animal**, Cambridge, v. 9, p. 395–408, 2015.

COSTA, M. D. et al. Importancia do rebanho F1 Holandês x Zebu para a pecuária de leite. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 258, p. 40-50, 2010.

CROWLEY, J. J. et al. Phenotypic and genetic parameters for different measures of feed efficiency in different breeds of Irish performance tested beef bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. 885–894, 2010.

DAMIRAN, D. et al. Phenotypic relationships of residual feed intake with growth, feeding behavior, and reproductive performance of beef heifers. **Western Section, American Society of Animal Science**, Saint Louis, v. 66, p. 286–290, 2015.

DRACKLEY, J. K. Calf nutrition from birth to breeding. **Veterinary Clinics Food. Animal Practice**, Maryland Heights, v. 24, p. 55-86, 2008.

DURUNNA, O. N. et al. Evidence of residual feed intake reranking in crossbred replacement heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, p. 734–741, 2012.

FACÓ, O. et al. Idade ao primeiro parto e intervalo de partos de cinco grupos genéticos Holandês x Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, p. 1920-1926, 2005.

GABLER, M. T.; TOZER, P. R.; HEINRICHS, A. J. Development of a cost analysis spreadsheet for calculating the costs to raise a replacement dairy heifer. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 1104–1109, 2000.

GILBERT, M. S. et al. Only 7% of the variation in feed efficiency in veal calves can be predicted from variation in feeding motivation, digestion, metabolism, immunology, and behavioral traits in early life. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, p. 8087–8101, 2017.

GOMES, R. C. et al. **Ingestão de alimentos e eficiência alimentar de bovinos e ovinos de corte**. Ribeirão Preto: Funpec, 2012. 77 p.

GONZALEZ-RECIO, O. et al. Incorporating heifer feed efficiency in the Australian selection index using genomic selection. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, p. 3883-3893, 2014.

GRION, A. L. et al. Selection for feed efficiency traits and correlated genetic responses in feed intake and weight gain of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, p. 955–965, 2014.

GUIMARAES, P. H. S.; MADALENA, F. E.; CEZAR, I. M. Simulação dos efeitos dos preços de produtos e insumos na avaliação econômica de três sistemas alternativos de bovinocultura de cria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, p. 227-230, 2005. (Suppl. 2).

HAFLA, A. N. et al. Relationships between postweaning residual feed intake in heifers and forage use, body composition, feeding behavior, physical activity, and heart rate of pregnant beef females. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 5353-5365, 2013.

HALL, M. B. et al. A method for partitioning neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 79, p. 2079–2086, 1999.

HEINRICHS, A. J. et al. Identifying efficient dairy heifer producers using production costs and data envelopment analysis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 1–8, 2013.

HERD, R. M.; ARTHUR, P. F. Physiological basis for residual feed intake. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 8, p. 64-71, 2009.

- HERD, R. M.; PITCHFORD W. S. Residual feed intake selection make cattle leaner and more efficient. **Recent Advances in Animal Nutrition**, London, v. 18, p. 45–58, 2011.
- HIETALA, P. et al. Economic values of production and functional traits, including residual feed intake, in Finnish milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, p. 1092–1106, 2014.
- HO, C. et al. Future dairy farming systems in irrigation regions. **AFBM Journal**, [S. l.], v. 2, p. 59–68, 2005.
- KELLY, A. K. et al. Effect of divergence in residual feed intake on feeding behavior, blood metabolic variables, and body composition traits in growing beef heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 109–123, 2010.
- KHAN, M. A. et al. Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 3376–3387, 2007.
- KOCH, R. M. et al. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 22, p. 486–494, 1963.
- KRUPOVÁ, Z. et al. Economic values for health and feed efficiency traits of dual-purpose cattle in marginal areas. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 99, p. 644–656, 2016.
- LAWRENCE, P. et al. Grazed grass herbage intake and performance of beef heifers with predetermined phenotypic residual feed intake classification. **Animal**, Cambridge, v. 6, p. 1648–1661, 2012.
- LEÃO, J. M. et al. Phenotypically divergent classification of preweaned heifer calves for feed efficiency indexes and their correlations with heat production and hermography. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 101, p. 1–9, 2018.
- LIMA, N. L. L.; PEREIRA, I. G.; RIBEIRO, J. S. Consumo alimentar residual como critério de seleção para eficiência alimentar. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 7, p. 255-260, 2013.
- LOPES, M. A. et al. Custos de produção de fêmeas bovinas da raça holandesa nas fases de cria e recria em um sistema de produção de leite no sul de Minas Gerais. **Boletim de Indústria Animal**, Cambridge, v. 67, p. 9-15, 2010.
- MACDONALD, K. A. et al. Holstein-Friesian calves selected for divergence in residual feed intake during growth exhibited significant but reduced residual feed intake divergence in their first lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, p. 1427–1435, 2014.

MACDONALD, K. A. et al. Holstein-Friesian calves selected for divergence in residual feed intake during growth exhibited significant but reduced residual feed intake divergence in their first lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, p. 1427–1435, 2014.

MARTINS, P. C. **Consumo alimentar residual e ganho de peso residual.**

MENDES, E. D. M. et al. Validation of a system for monitoring feeding behavior in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 2904–2910, 2011.

MIGLIOR, F.; MUIR, B. L.; VAN DOORMAAL, B. J. Selection índices in Holstein cattle of various countries. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 1255–1263, 2005.

MIRANDA, J. E. C.; FREITAS, A. F. **Raças e tipos de cruzamentos para produção de leite.** Juíz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2009. (Circular Técnica, 98).

MOHD NOR, N. et al. Estimating the costs of rearing young dairy cattle in the Netherlands using a simulation model that accounts for uncertainty related to diseases. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 106, p. 214–224, 2012.

MOHD NOR, N. et al. The total cost of rearing a heifer on Dutch dairy farms: calculated versus perceived cost. **Irish Veterinary Journal**, Dublin, v. 68, p. 29, 2015.

MOLLENHORST, H. et al. Economic and environmental effects of providing increased amounts of solid feed to veal calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 99, p. 2180-2189, 2016.

MONTEIRO, C. et al. Desenvolvimento do rúmen de bovinos no período pré-natal. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 1-13, 2015.

MOORE, K. L. et al. Genetic and phenotype relationships between insulin-like growth factor-I (igf-I) and the net feed intake, fat and growth traits in Angus beef cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 56, p. 211-218, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7th ed. rev. Washington: National Academy, 2001. 408 p.

OKINE, E. K. et al. Residual feed intake and feed efficiency: differences and implications. In: FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 15., 2004, Gainesville. **Anais...** Gainesville: University of Florida, 2004. p. 27-38.

OLIVEIRA, A. G. et al. Desempenho de vacas leiteiras sob pastejo suplementadas com níveis de concentrado e proteína bruta. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, p. 3287-3304, 2014.

OLIVEIRA, J. S.; ZANINI, A. M.; SANTOS, E. M. Fisiologia, manejo e alimentação de bezerras de corte. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**, Umuarama, v. 10, n. 1, p. 39-48, 2007.

PAULA, E. F. E. et al. Consumo alimentar residual e sua relação com medidas de desempenho e eficiência e características in vivo da carcaça de cordeiros. **Arquivo Brasileiro em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, p. 566-572, 2013.

PERES, A. A. de C. et al. Custos de produção na recria de novilhas mestiças holandês-zebu em pastagem de capim-elefante. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 65, n. 2, p. 99-105, 2008.

PITCHFORD, W. S.; LINES, D. S.; WILKES, M. J. Variation in residual feed intake depends on feed on offer. **Animal Production Science**, Clayton South, v. 58, n. 8, p. 1414, 2018.

PRYCE, J. E. et al. Invited review: Genomic selection for feed efficiency in dairy cattle. **Animal**, Cambridge, v. 8, p. 1–10, 2014.

REIS, E. M. B. et al. Custo de produção de fêmeas bovinas leiteiras durante as fases de cria e de recria: um estudo de caso. **Medicina Veterinária**, Recife, v. 12, n. 1, p. 37-45, 2018.

RUAS, J. R. M. et al. Características produtivas da lactação de quatro grupos genéticos F1 Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 21, p. 33-37, 2014.

RUAS, J. R. M. et al. Programa de Bovinos da EPAMIG - pesquisas com animais F1: projetos e resultados preliminares. In: ENCONTRO DE PRODUTORES DE GADO LEITEIRO F1, 4., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2002. p. 60-68.

SANTOS, G.; BELONI, T. Custo de produção de bezerras e novilhas leiteiras – Um estudo de caso. **Revista IPECEGE**, Piracicaba, v. 2, n. 1, p.1-15, 2016.

SANTOS, G.; BITTAR, C. M. B. A survey of dairy calf management practices in some producing regions in Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 44, p. 361-370, 2015.

SANTOS, G.; LOPES, M.A. Custos de produção de fêmeas bovinas leiteiras do nascimento ao primeiro parto. **Ciencia Animal Brasileira**, Goiânia, v. 15, p. 11-19, 2014.

SHAFFER, K. S. et al. Residual feed intake, body composition, and fertility in yearling beef heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 1028–1034, 2011.

SHRECK, A. L. et al. Influence of feed efficiency on profitability of individually fed feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, p.186-198, 2008.

SOUSA, C. C. et al. Avaliação técnica e econômica do uso de sucedâneos em sistema de desmama precoce de bezerros de raça leiteira. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 7-18, 2007.

TEODORO, R. L. (Ed.). **Melhoramento genético de bovinos de leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. p.113-128, 2001.

VALLIMONT, J. E. et al. Short communication: feed utilization and its associations with fertility and productive life in 11 commercial Pennsylvania tie-stall herds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 1251–1254, 2013.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 3583–3597, 1991.

VANDEHAAR, M. J. et al. Harnessing the physiology of the modern dairy cow to continue improvements in feed efficiency. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 99, p. 4941–4954, 2016.

VELAYUDHAN, B. T. et al. Developmental histology, segmental expression, and nutritional regulation of somatotropic axis genes in small intestine of preweaned dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 9, p. 3343-3352, 2008.

VERNEQUE, R. DA S. et al. Desempenho de novilhas F1 produzidas a partir da contribuição materna das raças Gir Leiteiro ou Holandesa em sistemas de produção de leite. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 10., Uberaba, 2013. **Anais...** Uberaba: SBMA, 2013.

WAGHORN, G. C. et al. Measuring residual feed intake in dairy heifers fed an alfalfa (Medicago sativa) cube diet. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, p. 1462–1471, 2012.

WAGHORN, G. C.; HEGARTY, R. S. Lowering ruminant methane emissions through improved feed conversion efficiency. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 166, p. 291–301, 2011.

WATHES, D. C. et al. Heifer fertility and carry over consequences for life time production in dairy and beef cattle. **Animal**, Cambridge, v. 8, p. 91–104, 2014. (Suppl. 1).

WATTIAUX, M. A. **Fornecimento de leite e sucedâneo de leite**. Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional. p. 113-116. Disponível em: http://kb.wisc.edu/images/group226/52752/27-32/de_29.pt.pdf. Acesso em: 21 de maio de 2018.

WILLIAMS, Y. J. et al. Variation in residual feed intake in Holstein Friesian dairy heifers in Southern Australia. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 4715–4725, 2011.

WOLF, C. A. The economics of dairy production. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 19, p. 271-293, 2003.