

Informativo
**PECUÁRIA
DE PRECISÃO**
Desafios para produção



Entre a formulação e o cocho: onde se perde o desempenho no confinamento?

Os programas de formulação permitem estimar exigências, ajustar níveis de energia e proteína e estabelecer inclusões com elevada precisão. Essa precisão, contudo, descreve uma dieta teórica. Para que a resposta animal se aproxime do desempenho projetado, a composição calculada precisa ser reproduzida diariamente no vagão misturador, distribuída de maneira uniforme e consumida sem alterações importantes. Em outras palavras, o desempenho não é determinado somente pelo que foi formulado, mas pelo conjunto formado por formulação, execução e comportamento ingestivo.



A diferença entre esses três níveis explica parte dos casos em que uma dieta tecnicamente adequada apresenta consumo instável, conversão abaixo do esperado ou grande desuniformidade entre animais. Carneiro, Santos e Almeida (2021), ao avaliarem dietas totais em propriedades comerciais, identificaram variações entre a dieta formulada, a oferecida e a aparentemente consumida. Embora o estudo tenha sido realizado em rebanhos leiteiros, o princípio operacional é diretamente aplicável ao confinamento: toda variação introduzida depois da formulação altera a oferta real de nutrientes.

Em dietas de terminação, esse problema ganha importância porque pequenas mudanças na proporção entre volumoso e concentrado podem alterar a fermentação ruminal e a densidade energética. O National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM, 2016) destaca que o consumo de matéria seca é determinante para a ingestão de energia e, consequentemente, para o desempenho. Assim, não basta conhecer o consumo médio do lote; é necessário compreender a consistência da dieta e da oferta que sustentam esse consumo.

A formulação é realizada em base de matéria seca, mas o carregamento ocorre, na maioria das fazendas, em matéria natural. Essa conversão parece

simples, porém depende de valores atualizados. Ingredientes úmidos, especialmente silagens, podem apresentar mudanças relevantes ao longo da face do silo, entre dias de chuva e estiagem e entre diferentes pontos de retirada. Quando o teor de matéria seca utilizado no sistema não representa o ingrediente carregado, a proporção real da dieta se desloca.

Considere uma dieta em que a silagem foi cadastrada com 35% de matéria seca, mas está sendo fornecida com 30%. Se a quantidade em matéria natural não for corrigida, serão entregues menos matéria seca de volumoso e menos nutrientes provenientes desse ingrediente. Ao mesmo tempo, a participação relativa dos concentrados aumenta. A dieta que chega ao cocho torna-se mais concentrada do que a fórmula, mesmo que o operador tenha pesado exatamente os quilogramas indicados.

A variação diária da composição dos alimentos não é apenas uma hipótese. Cherney, Digman e Cherney (2021) demonstraram que forragens e dietas misturadas em fazendas comerciais apresentam variação de um dia para outro. Kertz (1998) já havia chamado atenção para a variabilidade na entrega de nutrientes e para o fato de que a média pode esconder oscilações biologicamente importantes. No confinamento, o controle deve priorizar ingredientes que

combinam elevada inclusão e alta variabilidade, pois neles um pequeno erro percentual produz maior alteração na dieta total.

A rotina de matéria seca precisa ser vinculada à decisão. Medir sem atualizar a formulação ou a planilha de carregamento não reduz o erro. Da mesma forma, uma única amostra mal coletada pode induzir correções indevidas. O procedimento deve definir frequência, pontos de amostragem, método, responsável, registro do resultado e regra para alteração das quantidades. Após chuva, mudança de silo, avanço para uma nova camada ou percepção de alteração visual, a frequência de monitoramento deve ser intensificada.

Mesmo com valores corretos de matéria seca, a dieta pode se afastar da formulação durante o carregamento. Entre as causas estão balança sem calibração, carregamento acima da capacidade útil, erros de leitura, antecipação ou atraso no fechamento da comporta, perdas durante o deslocamento e substituições informais de ingredientes. Ingredientes de baixa inclusão exigem atenção especial, pois pequenos desvios absolutos podem representar grandes desvios relativos.

A ordem de inclusão também interfere no processo. Ela deve considerar o tipo de misturador, a densidade, o tamanho das partículas, a umidade e o risco de aderência. Não existe uma sequência universal válida para todos os equipamentos. O objetivo é permitir que ingredientes de pequena inclusão sejam incorporados ao conjunto, evitar a formação de aglomerados e reduzir tanto pontos de superconcentração quanto regiões deficientes da mistura. A recomendação deve ser validada no próprio equipamento e nas condições

reais da fazenda.

Outro problema frequente é confundir velocidade operacional com eficiência. Reduzir o tempo de carregamento pode aumentar a capacidade diária, mas também ampliar desvios se o operador não consegue estabilizar o fluxo antes de atingir o peso programado. O indicador mais útil não é apenas o número de cargas por hora, e sim a diferença entre o peso previsto e o realizado por ingrediente, expressa em quilogramas e em percentual. Esse registro identifica tendências: um ingrediente constantemente acima do alvo revela um problema sistemático, não um erro casual.

O propósito da dieta total é oferecer, em cada porção, uma composição próxima daquela formulada. Quando a mistura é insuficiente, os animais posicionados em diferentes pontos do cocho podem receber concentrações distintas de volumoso, grãos, minerais e aditivos. Quando é excessiva, dependendo do equipamento e da estrutura dos ingredientes, pode haver redução exagerada do tamanho de partículas ou aumento da separação durante o transporte e a descarga.

A homogeneidade depende do tempo de mistura após a inclusão do último ingrediente, do nível de enchimento, do desgaste de

facas e roscas, da rotação do equipamento, da ordem de carregamento e das propriedades físicas da dieta. Bach (2024) ressalta que a precisão na preparação de dietas totais deve ser tratada como processo, e não como uma característica permanente do vagão. Um equipamento adequado pode produzir mistura inadequada se estiver desgastado, supercarregado ou operado fora do protocolo.

O coeficiente de variação da mistura é uma ferramenta de auditoria. Sua interpretação, entretanto, depende do marcador utilizado, do número e da posição das amostras e do método analítico. Um único teste não garante uniformidade durante toda a safra, mas permite validar o tempo de mistura e comparar operadores, cargas ou momentos de desgaste do equipamento. Além do resultado laboratorial, a avaliação visual da distribuição das partículas ao longo do cocho ajuda a localizar falhas grosseiras, embora não substitua uma mensuração estruturada.

Uma mistura considerada homogênea na saída do vagão ainda pode sofrer segregação durante o percurso. Vibração, distância, velocidade, umidade e diferenças de densidade fazem com que partículas se movimentem de forma distinta. Na descarga, mudanças na velocidade do vagão ou na abertura da comporta alteram a quantidade depositada por metro de cocho. Como resultado, o início, o meio e o final da linha podem apresentar quantidades e composições diferentes.

A distribuição deve ser avaliada em duas dimensões. A primeira é quantitativa: verificar se o alimento foi depositado de modo proporcional ao número de animais e ao espaço disponível. A segunda é qualitativa: observar se a composição física permanece semelhante ao longo do cocho. Uma dieta bem distribuída não deve concentrar partículas longas em um trecho e frações finas em outro. Também deve ser acessível, sem grandes montes ou áreas vazias que estimulem competição.

Horário e regularidade de entrega influenciam o comportamento. Schwartzkopf-Genswein et al. (2004) avaliaram flutuações na oferta e horário de alimentação em bovinos confinados e demonstraram que alterações no fornecimento modificam padrões de ingestão, ainda que as respostas de desempenho e acidose não sejam sempre lineares. O ponto prático é evitar que o manejo crie picos previsíveis de fome e competição. Constância de horário não significa rigidez cega: mudanças climáticas, atraso de trato ou sobra anormal exigem interpretação, mas precisam ser geridas de forma deliberada.

Mesmo quando a dieta foi corretamente preparada e distribuída, o animal pode alterar sua composição por seleção. Bovinos distinguem partículas por tamanho, densidade, umidade e palatabilidade. Em dietas com grande contraste físico, o consumo preferencial das frações menores e mais densas aumenta a

ingestão relativa de componentes rapidamente fermentáveis, enquanto as partículas longas tendem a se acumular nas sobras.

Miller-Cushon e DeVries (2017), em revisão sobre seleção de dietas totais, descrevem que esse comportamento modifica a ingestão individual de nutrientes e a composição do alimento remanescente no cocho. Estudos com bovinos leiteiros mostraram que a concentração de matéria seca e o teor de forragem influenciam a seleção (MILLER-CUSHON; DEVRIES, 2009; DEVRIES; BEAUCHEMIN; VON KEYSERLINGK, 2007). Embora os sistemas produtivos sejam diferentes, os mecanismos físicos da seleção ajudam a interpretar sobras de confinamento com enriquecimento de fibra e consumo preferencial de finos.

O controle começa no processamento do volumoso e na compatibilidade entre as partículas. Fibra excessivamente longa não é sinônimo de fibra mais efetiva quando pode ser facilmente separada. Por outro lado, reduzir todas as partículas para eliminar a seleção pode comprometer a função física da fibra. O objetivo é obter uma estrutura que estimule mastigação e ruminação, mas permaneça incorporada à dieta durante o transporte, a descarga e o período de consumo.

A leitura de cocho transforma observação em decisão de oferta. Seu valor depende da padronização dos escores, do horário, da qualidade do registro e da integração com informações de clima, comportamento, composição das sobras e histórico do lote. Aumentos e reduções não devem ser respostas automáticas a uma única leitura; precisam considerar tendência, velocidade

de consumo e eventos que possam explicar a alteração.

Pritchard e Bruns (2003) discutiram diferentes estratégias de manejo de cocho e destacaram dois mecanismos pelos quais elas podem reduzir a variabilidade: limitar eventos de superconsumo e produzir padrões de ingestão mais consistentes. Os autores também alertam que as respostas variam conforme o sistema e que os resultados experimentais nem sempre são diretamente comparáveis. Portanto, o objetivo não deve ser perseguir um cocho visualmente vazio a qualquer custo, mas oferecer quantidade previsível, evitar longos períodos sem alimento e reduzir oscilações abruptas.

A associação entre variabilidade do consumo e desempenho é complexa. Cooper et al. (1999) avaliaram variação imposta no consumo e seus efeitos sobre acidose e desempenho. Trabalhos mais recentes, como Beck et al. (2024), indicam associação entre maior variação individual diária e piores resultados produtivos, embora diferentes métricas de variabilidade representem fenômenos distintos. Isso reforça um cuidado: o consumo médio do curral pode parecer estável enquanto indivíduos alternam dias de alta e baixa ingestão, efeito mascarado na soma do lote.

Os desvios entre formulação e consumo raramente aparecem como uma falha única e evidente. Em geral, manifestam-se como

combinação de menor ganho médio diário, pior conversão alimentar, variação de fezes, sobras heterogêneas, oscilação na leitura de cocho e aumento da dispersão de peso. Parte do prejuízo pode ser atribuída equivocadamente à formulação, ao ingrediente ou ao potencial genético, quando a causa está na execução.

A relação entre consumo e ganho não é perfeitamente linear. Pritchard e Bruns (2003) observam que ciclos de maior e menor consumo podem produzir eficiência inferior à prevista a partir do consumo médio. Isso ocorre porque o animal não responde da mesma maneira a aumentos e reduções sucessivos na ingestão, sobretudo quando a variação modifica o ambiente ruminal e a partição de energia. Assim, duas baias com o mesmo consumo médio podem ter resultados diferentes se uma delas apresenta maior instabilidade.

O custo econômico também não se limita ao alimento recusado. Inclui nutrientes entregues fora da proporção planejada, menor aproveitamento da dieta, dias adicionais de confinamento e maior desuniformidade de saída. Como o alimento representa parcela importante do custo de produção, pequenas perdas repetidas em todas as cargas podem superar o impacto de ajustes relativamente pequenos no preço de um ingrediente.

A precisão operacional não exige monitorar tudo com a mesma intensidade. Exige identificar os pontos de maior risco e conectar cada mensuração a uma ação. O quadro a seguir resume um sistema mínimo para acompanhar a passagem da fórmula ao cocho.

O controle deve ser interpretado em conjunto. Se a matéria seca está correta, mas a mistura apresenta elevada variação, a dieta ainda será inconsistente. Se a mistura é uniforme, mas a descarga concentra alimento no começo do cocho, o acesso continuará desigual. Da mesma forma, boa execução não compensa uma formulação incompatível com a categoria, o histórico nutricional e o consumo real. A força do sistema está na continuidade entre etapas.

Entre a formulação e o cocho existem diversos pontos capazes de modificar a dieta. O primeiro é a matéria seca utilizada para converter a fórmula em quantidades de carregamento. Em seguida vêm a precisão de pesagem, a ordem de inclusão, a capacidade e o estado do misturador, o transporte e a uniformidade da descarga. Finalmente, o próprio animal pode selecionar partículas e alterar a proporção de nutrientes efetivamente ingerida.

Por isso, formular com precisão e executar sem controle são práticas incompatíveis. O confinamento deve avaliar não apenas se a dieta atende às exigências, mas se ela está sendo reproduzida todos os dias. A pergunta mais útil deixa de ser simplesmente ‘a fórmula está correta?’ e passa a ser ‘qual dieta está realmente chegando e sendo consumida por cada animal?’

Quando essa pergunta orienta a rotina, matéria seca, carregamento, mistura, distribuição e leitura de cocho deixam de ser tarefas isoladas e se tornam componentes do programa nutricional.

Ponto crítico	Indicador	Frequência orientativa	Decisão associada
Matéria seca	% de MS dos ingredientes úmidos	Rotina definida e após mudanças	Corrigir quantidades na matéria natural
Carregamento	Desvio entre peso previsto e realizado	Todas as cargas, com resumo diário	Treinar, calibrar e corrigir tendência
Mistura	CV e distribuição física	Validação periódica e após manutenção	Ajustar tempo, carga e sequência
Distribuição	Quantidade e aspecto por trecho	Auditorias de campo	Corrigir descarga, velocidade e acesso
Cocho	Escore, horário e composição da sobra	Diariamente, de forma padronizada	Ajustar oferta com base em tendência
Desempenho	CMS, GMD, conversão e dispersão de peso	Por período e fechamento de lote	Relacionar resultado à execução

Fonte: elaboração do autor, com base em Pritchard e Bruns (2003), NASEM (2016), Carneiro, Santos e Almeida (2021) e Bach (2024).

O controle deve ser interpretado em conjunto. Se a matéria seca está correta, mas a mistura apresenta elevada variação, a dieta ainda será inconsistente. Se a mistura é uniforme, mas a descarga concentra alimento no começo do cocho, o acesso continuará desigual. Da mesma forma, boa

execução não compensa uma formulação incompatível com a categoria, o histórico nutricional e o consumo real. A força do sistema está na continuidade entre etapas.

Entre a formulação e o cocho existem diversos pontos capazes de modificar a dieta. O primeiro é a matéria seca utilizada para converter a fórmula em quantidades de carregamento. Em seguida vêm a precisão de pesagem, a ordem de inclusão, a capacidade e o estado do misturador, o transporte e a uniformidade da descarga. Finalmente, o próprio animal pode selecionar partículas e alterar a proporção de nutrientes efetivamente ingerida.

Por isso, formular com precisão e executar sem controle são práticas incompatíveis. O confinamento deve avaliar não apenas se a dieta atende às exigências, mas se ela está sendo reproduzida todos os dias. A pergunta mais útil deixa de ser simplesmente ‘a fórmula está correta?’ e passa a ser ‘qual dieta está realmente chegando e sendo consumida por cada animal?’. Quando essa pergunta orienta a rotina, matéria seca, carregamento, mistura, distribuição e leitura de cocho deixam de ser tarefas isoladas e se tornam componentes do programa nutricional.

Em síntese, o desempenho se perde quando a operação rompe a continuidade entre o planejamento nutricional e o consumo. Reduzir essa distância não depende de um único equipamento ou indicador, mas de protocolos simples, responsáveis definidos, registros confiáveis e decisões rápidas. A melhor dieta não é a que apresenta apenas o melhor resultado no software; é aquela que pode ser preparada, distribuída e consumida de forma consistente ao longo de todo o período de confinamento.

Referências

- BACH, A. Back to basics: precision while mixing total mixed rations and its impact on milking performance. JDS Communications, v. 5, n. 2, p. 102–106, 2024. DOI: 10.3168/jdsc.2023-0423.
- BECK, M. R. et al. Relationships between individual animal variation in dry matter intake and animal performance and feed efficiency of finishing beef cattle. Applied Animal Science, v. 40, n. 5, p. 639–646, 2024. DOI: 10.15232/aas.2024-02583.
- CARNEIRO, J. H.; SANTOS, J. F.; ALMEIDA, R. Accuracy and physical characteristics of total mixed rations and feeding sorting behavior in dairy herds of Castro, Paraná. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 50, e20200174, 2021. DOI: 10.37496/rbz5020200174.

CHERNEY, D. J. R.; DIGMAN, M. F.; CHERNEY, J. H. Day-to-day variation in forage and mixed diets in commercial dairy farms in New York. *Applied Animal Science*, v. 37, n. 1, p. 11–20, 2021. DOI: 10.15232/aas.2020-02105.

COOPER, R. J.; KLOPFENSTEIN, T. J.; STOCK, R. A.; MILTON, C. T.; HEROLD, D. W.; PARROTT, J. C. Effects of imposed feed intake variation on acidosis and performance of finishing steers. *Journal of Animal Science*, v. 77, n. 5, p. 1093–1099, 1999. DOI: 10.2527/1999.7751093x.

DEVRIES, T. J.; BEAUCHEMIN, K. A.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Dietary forage concentration affects the feed sorting behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 90, n. 12, p. 5572–5579, 2007. DOI: 10.3168/jds.2007-0379.

KERTZ, A. F. Variability in delivery of nutrients to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 81, n. 11, p. 3075–3084, 1998. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75872-2.

MILLER-CUSHON, E. K.; DEVRIES, T. J. Effect of dietary dry matter concentration on the sorting behavior of lactating dairy cows fed a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, v. 92, n. 7, p. 3292–3298, 2009. DOI: 10.3168/jds.2008-1772.

MILLER-CUSHON, E. K.; DEVRIES, T. J. Feed sorting in dairy cattle: causes, consequences, and management. *Journal of Dairy Science*, v. 100, n. 5, p. 4172–4183, 2017. DOI: 10.3168/jds.2016-11983.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. Nutrient requirements of beef cattle. 8. ed. Washington, DC: The National Academies Press, 2016. DOI: 10.17226/19014.

PRITCHARD, R. H.; BRUNS, K. W. Controlling variation in feed intake through bunk management. *Journal of Animal Science*, v. 81, suppl. 2, p. E133–E138, 2003. DOI: 10.2527/2003.8114_suppl_2E133x.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; BEAUCHEMIN, K. A.; McALLISTER, T. A.; GIBB, D. J.; STREETER, M.; KENNEDY, A. D. Effect of feed delivery fluctuations and feeding time on ruminal acidosis, growth performance, and feeding behavior of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, v. 82, n. 11, p. 3357–3365, 2004. DOI: 10.2527/2004.82113357x.



PORTAL DBO

A informação
que move
a pecuária de corte.

Notícias, análises, tendências
e **conteúdos exclusivos** para
quem busca informação de
qualidade e acompanha
o **mercado todos os dias.**



NOTÍCIAS

Conteúdo atualizado
todos os dias



MERCADO

Análises e tendências
em tempo real



ESPECIAIS

Reportagens e materiais
exclusivos



VÍDEOS

Informação prática
onde e quando quiser



ACESSE O NOSSO PORTAL:
PORTALDBO.COM.BR



Marmoreio em Bovinos de Corte: Genética, herdabilidade, nutrição de terminação e frame size como determinantes da deposição de gordura intramuscular

Introdução

O marmoreio — a gordura intramuscular depositada entre as fibras musculares — é um dos principais atributos de qualidade da carne bovina, associado diretamente à maciez, suculência e sabor do produto final. Em mercados como Estados Unidos, Austrália, Canadá e Japão, o marmoreio é critério central de classificação de carcaças e determina diretamente a remuneração do produtor; no Brasil, a bonificação por qualidade de carcaça ainda é incipiente frente à comercialização



por peso vivo, mas ganha espaço à medida que a pecuária se especializa e novos mercados de carne premium se consolidam

A quantidade de gordura intramuscular resulta da interação entre fatores genéticos e ambientais, com destaque para quatro pilares tratados neste artigo: a genética e a herdabilidade da característica, o perfil nutricional da dieta de terminação, o efeito do frame size (escore de tamanho corporal) sobre a precocidade de acabamento e, por fim, a forma como esses fatores se integram na definição do produto final entregue ao abate. Na classificação norte-americana (USDA), por exemplo, o escore visual de marmoreio se relaciona diretamente ao teor de gordura intramuscular e ao grau de qualidade da carcaça (Tabela 1).

O tema ganha relevância crescente no cenário brasileiro: o confinamento bovino no país deve reunir 9,78 milhões de cabeças em 2026, alta de 5,7% sobre os 9,25 milhões confinados em 2025, com Mato Grosso, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais respondendo por cerca de 70,6% do total nacional (PORTAL DBO, 2026). Esse crescimento amplia a demanda por dietas de terminação bem ajustadas e por genética voltada ao acabamento de carcaça, tornando a compreensão conjunta de genética, nutrição e biotipo corporal cada vez mais estratégica para o produtor —

tanto no Brasil quanto nos principais países exportadores de carne bovina.

Tabela 1 — Relação entre grau de qualidade (USDA), escore de marmoreio e gordura intramuscular.

Grau de qualidade (USDA)	Escore de marmoreio	Gordura intramuscular (%)
Prime	Slightly Abundant a Moderately Abundant (8,0–9,9)	9,90 a >12,10
Choice	Small a Moderate (5,0–7,9)	4,00 a 9,89
Select	Slight (4,0–4,9)	2,30 a 3,99
Standard	Traces (3,0–3,9)	< 2,30

Fonte: adaptado de Virginia Cooperative Extension (Livestock Update).

2. Genética e herdabilidade do marmoreio

O marmoreio é uma característica de herdabilidade moderada a alta, o que a torna responsiva à seleção genética. Segundo a revisão de Herring (2002), estimativas de herdabilidade (h^2) para marmoreio variam de 0,13 a 0,88 conforme a população e o método de estimação, com valor médio de referência em torno de 0,45 — patamar comparável ou superior ao de outras características de

carcaça, como área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea (Tabela 2 e Figura 1).

Um aspecto relevante é que a correlação genética entre marmoreio e espessura de gordura subcutânea é baixa a moderada (entre -0,13 e 0,56, conforme o estudo), o que indica ser possível selecionar animais para maior marmoreio sem necessariamente aumentar a gordura de cobertura da carcaça. Na prática, touros com DEP (Diferença Esperada na Progenie) elevada para marmoreio geraram progênie com 52% a 96% de carcaças grau Choice ou superior, contra 17% a 78% nas progênie de touros com DEP baixa para a característica (HERRING, 2002), demonstrando resposta efetiva à seleção.

Diferenças entre grupos genéticos também são bem documentadas: raças *Bos taurus* de origem britânica, como Angus, apresentam marmoreio superior ao de raças continentais (Charolês, Limousin) e, principalmente, ao de raças *Bos indicus* (Nelore, Brahman, Guzerá), que tendem a depositar menos gordura intramuscular em idade e grau de acabamento equivalentes. No extremo oposto, a raça Wagyu é reconhecida pela altíssima capacidade de marmoreio. No rebanho brasileiro, predominantemente zebuíno, essa característica tem ganhado peso nos programas de melhoramento genético, com associações como a ANCP (Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores) incluindo o marmoreio nos sumários de touros de Nelore, Guzerá, Brahman e Tabapuã, o que permite ao produtor selecionar reprodutores geneticamente superiores para a característica (ANCP, 2024).

O efeito cumulativo da seleção genética também aparece em levantamentos de mercado. Nos Estados Unidos, o National Beef Quality Audit (NBQA),

conduzido periodicamente pela National Cattlemen's Beef Association, registrou entre as edições de 2016 e 2022 aumento na frequência de carcaças classificadas nos graus Prime e Choice e redução acentuada do grau Select, tendência atribuída,

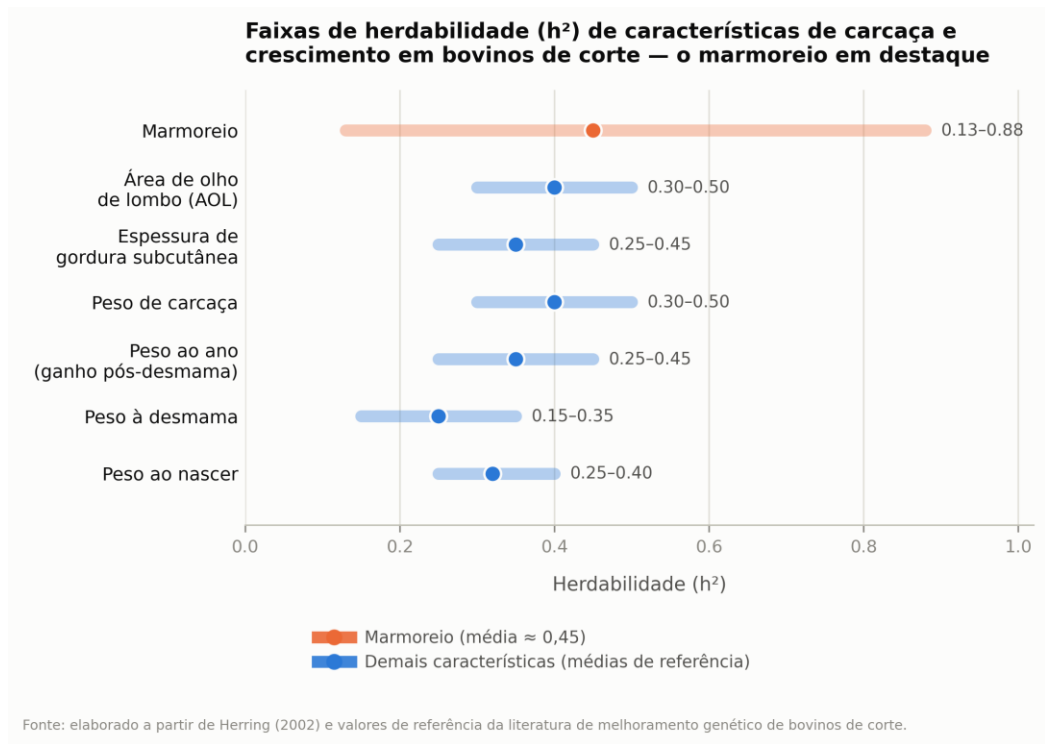


Figura 1 — Faixas de herdabilidade (h^2) do marmoreio e de outras características de carcaça e crescimento em bovinos de corte.

entre outros fatores, ao progresso genético continuado para marmoreio e à adoção disseminada de DEPs de carcaça pelos programas de melhoramento (NCBA/NBQA, 2022). O caso ilustra como a seleção sustentada ao longo de gerações desloca a distribuição populacional de marmoreio de todo um rebanho nacional, e não apenas o desempenho de animais isolados — um horizonte que os programas genéticos brasileiros para zebuínos começam a perseguir de forma mais sistemática.

Tabela 2. Valores de referência de herdabilidade (h^2) por característica.

Característica	Faixa de h^2	Média aprox.
Marmoreio	0,13 – 0,88	≈ 0,45
Área de olho de lombo	0,30 – 0,50	≈ 0,40
Espessura de gordura subcutânea	0,25 – 0,45	≈ 0,35
Peso de carcaça	0,30 – 0,50	≈ 0,40
Peso ao ano (ganho pós-desmama)	0,25 – 0,45	≈ 0,35
Peso à desmama	0,15 – 0,35	≈ 0,25

3. Perfil nutricional da dieta de terminação

Embora a genética estabeleça o teto de capacidade de marmoreio de um animal, a nutrição na fase de terminação determina o quanto desse potencial é efetivamente expresso. Dietas de terminação com maior densidade energética – tipicamente à base de grãos e alto teor de concentrado – favorecem a

deposição de gordura intramuscular, resultando em carne mais macia (SCHOONMAKER et al., 2004). Por outro lado, o excesso de energia além de determinado ponto fisiológico direciona a deposição de gordura preferencialmente para os depósitos subcutâneo e visceral, e não necessariamente para o intramuscular, além de elevar o custo de produção.

Krehbiel et al. (2006) e Plegge et al. (1984) descrevem essa relação como não linear: o consumo de matéria seca tende a se reduzir cerca de 0,89% para cada 1 Mcal adicional de energia metabolizável por quilo de dieta; o ganho de peso diário responde de forma quadrática, com máximo estimado próximo a 3,16 Mcal de energia metabolizável por kg de matéria seca; e a conversão alimentar continua a melhorar, em ritmo decrescente, até valores próximos de 3,45 Mcal/kg. Essa faixa (aproximadamente 2,47 a 3,45 Mcal/kg de matéria seca) funciona como referência prática, e não como alvo rígido, devendo ser ajustada ao genótipo, ao peso e ao objetivo de acabamento do lote (Figura 2).

O nível de volumoso na dieta também influencia a qualidade final da carcaça: proporções de forragem entre 20% e 30% podem retardar a maturidade fisiológica do animal e favorecer maciez e sabor (BARTLE et al., 1994), enquanto reduções adicionais de fibra tendem a acelerar o ganho de peso e a eficiência alimentar, mas exigem manejo nutricional e sanitário mais criterioso para

evitar distúrbios metabólicos (acidose subclínica, por exemplo). Sistemas de confinamento, por permitirem maior controle sobre a dieta e o tempo de exposição a rações energéticas, tendem a produzir carcaças com melhor grau de marmoreio do que sistemas exclusivamente a pasto.

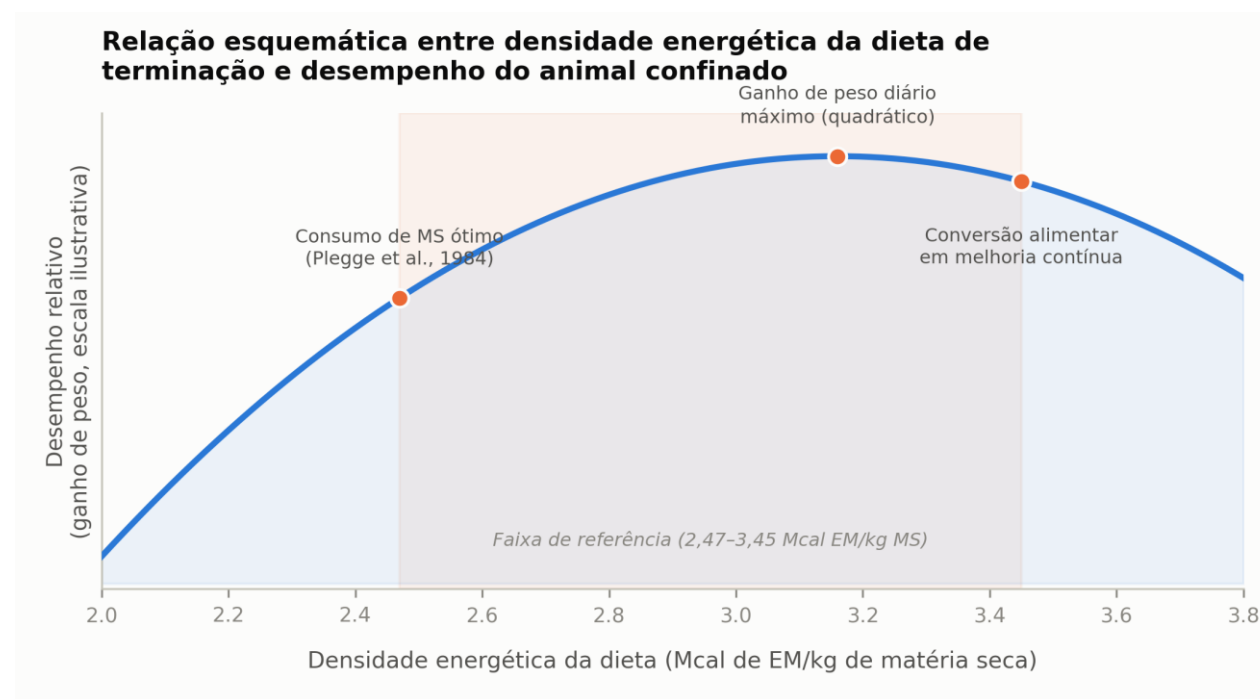


Figura 2 - Relação esquemática entre densidade energética da dieta de terminação e desempenho do animal confinado.

A experiência brasileira recente ilustra esse ajuste em escala real de mercado: o confinamento nacional, projetado para reunir 9,78 milhões de cabeças em 2026, tem apresentado desempenho médio de campo da ordem de 7,22 arrobas de ganho em 98 dias de cocho (entrada aproximada de 12,7 e saída de 19,92 arrobas), com retorno médio sobre o investimento de 16,31%, podendo superar 26% em condições favoráveis (PORTAL DBO, 2025/2026). Esses números refletem dietas cada vez mais energéticas e padronizadas — em linha com a lógica de densidade energética discutida acima — e ajudam a explicar por que o desempenho em confinamento se tornou um diferencial competitivo tanto para a genética quanto para o manejo nutricional no país.

Comparações internacionais ajudam a dimensionar o efeito do tempo de exposição à dieta energética sobre o marmoreio. No Japão, bovinos Wagyu permanecem em regime de engorda intensiva por 18 a 24 meses, dentro de um ciclo total de 28 a 30 meses até o abate — contra apenas 6 a 8 meses de terminação em sistemas convencionais, de ciclo total de 16 a 18 meses —, o que possibilita a deposição gradual e extrema de gordura intramuscular característica da carne premium wagyu. Já na Austrália, o sistema Meat Standards Australia (MSA), que classificou mais de 4,13 milhões de bovinos em 2024-2025 (47%

do abate nacional de bovinos adultos, gerando cerca de AUD 409 milhões em retorno adicional aos produtores), avalia 14 atributos de carcaça e conclui que o marmoreio explica apenas 10% a 20% da variação na qualidade sensorial final da carne — reforçando que a nutrição de terminação deve ser compreendida como parte de um sistema mais amplo de fatores, e não como determinante isolado da experiência de consumo (BEEF CENTRAL, 2025).

4. Frame size (escore de tamanho corporal)

O frame size é uma medida de estrutura corporal baseada principalmente na altura do animal, historicamente utilizada como estimativa indireta de peso e maturidade. Embora ainda seja usado como referência em programas de seleção, especialistas recomendam cautela: o escore de frame considera apenas a altura, deixando de lado comprimento, profundidade e arqueamento de costelas — dimensões que também determinam o peso corporal — e é sensível ao ambiente de criação, já que animais mantidos em confinamento tendem a desenvolver estrutura maior do que geneticamente equivalentes criados a pasto (CARRARA, 2017/2020).

Do ponto de vista da relação com o marmoreio, o frame size funciona como um indicador indireto de precocidade fisiológica. Animais de frame pequeno atingem a maturidade — e, conseqüentemente, o ponto de deposição de gordura intramuscular relevante — mais cedo, com menor peso e idade ao abate. Já animais de frame grande direcionam proporcionalmente mais energia para o crescimento muscular e esquelético, atingindo o

acabamento de gordura e o marmoreio adequados apenas em idade e peso mais avançados; quando abatidos precocemente, podem chegar ao frigorífico sem o acabamento de carcaça desejado (CARRARA, 2017/2020). O frame médio representa, na prática, o ponto de equilíbrio adotado pela maioria dos sistemas comerciais brasileiros (Figura 3).

Escore de frame (frame size) e sua relação conceitual com a precocidade de acabamento e o marmoreio



Representação esquemática conceitual, elaborada a partir de Carrara (2017/2020) e da literatura sobre escore de frame em bovinos de corte.

Figura 3 - Relação conceitual entre escore de frame, precocidade de maturidade e marmoreio.

Nos Estados Unidos, o USDA padroniza oficialmente três categorias de frame para bovinos de corte, associadas a faixas de peso vivo esperadas no momento em que o animal atinge acabamento de carcaça grau Choice: frame pequeno (novilhas abaixo de 454 kg; novilhos abaixo de 499 kg), frame médio (novilhas de 454 a 522 kg; novilhos de 499 a 567 kg) e frame grande (novilhas acima de 522 kg; novilhos acima de 567 kg) (USDA-AMS, 2024). De forma complementar, o conceito de *peso equivalente* — amplamente utilizado nos sistemas de exigências nutricionais derivados do NRC - define o peso vivo em que animais de diferentes estruturas corporais (frame pequeno, médio e grande) atingem a mesma composição corporal e, portanto, exigências nutricionais semelhantes. A Tabela 3 reproduz essa referência para três níveis crescentes de gordura corporal (de 14,9% a 28,8%) e três categorias de sexo; a última coluna (28,8% de gordura, o ponto mais próximo do acabamento comercial desejável) é destacada na Figura 4. Ambas as referências — USDA e peso equivalente — mostram o mesmo padrão por ângulos distintos: quanto maior o frame, maior o peso vivo e, conseqüentemente, mais tarde no ciclo de vida o animal atinge o grau de acabamento e de marmoreio equivalente ao de um animal de frame menor. No Brasil, onde o rebanho de corte é majoritariamente zebuínio, a aplicação direta dessas tabelas — desenvolvidas para raças europeias — exige cautela. Um levantamento com 3.948 animais jovens e 6.174 vacas Nelore de uma estação experimental brasileira, utilizando os padrões da BIF (2006), constatou que os animais jovens apresentam, em média, 131 a 132 cm de

altura de cernelha e escore de frame entre 6 e 7 — o que os classificaria como bovinos de frame grande pelo padrão norte-americano —, ao passo que vacas adultas de frame elevado (escore 8 a 11) pesavam, em média, apenas cerca de 500 kg à entrada da estação de monta, bem abaixo dos aproximadamente 600 kg esperados para bovinos *Bos taurus* de frame equivalente pela tabela americana (MERCADANTE; RAZOOK; MONTEIRO, 2007, com base em HORIMOTO et al., 2004). O mesmo levantamento verificou que 78% das vacas mudaram de classe de frame ao longo da vida produtiva — 59% em apenas um ponto e 19% em dois pontos —, evidenciando a instabilidade dessa medida quando aplicada a fêmeas zebuínas em diferentes fases fisiológicas.

Diante dessas limitações, pesquisa brasileira mais recente propôs equações de escore de estrutura corporal específicas para a raça Nelore, ajustadas a 550 dias de idade e 6 mm de gordura subcutânea, obtendo escore médio de frame de 5,3 (variação de 2,3 a 7,7) e — diferentemente do padrão norte-americano, historicamente marcado por forte diferença entre sexos — sem diferença relevante entre machos e fêmeas (SAINZ et al., 2023). Esses achados reforçam que, sobretudo em rebanhos com influência zebuína como os predominantes no Brasil, o frame size deve ser interpretado com apoio de equações e referências.

em conjunto com peso vivo, condição corporal, idade e, preferencialmente, indicadores genéticos diretos de marmoreio e acabamento (DEPs), alinhando a escolha ao sistema de produção e ao mercado-alvo.

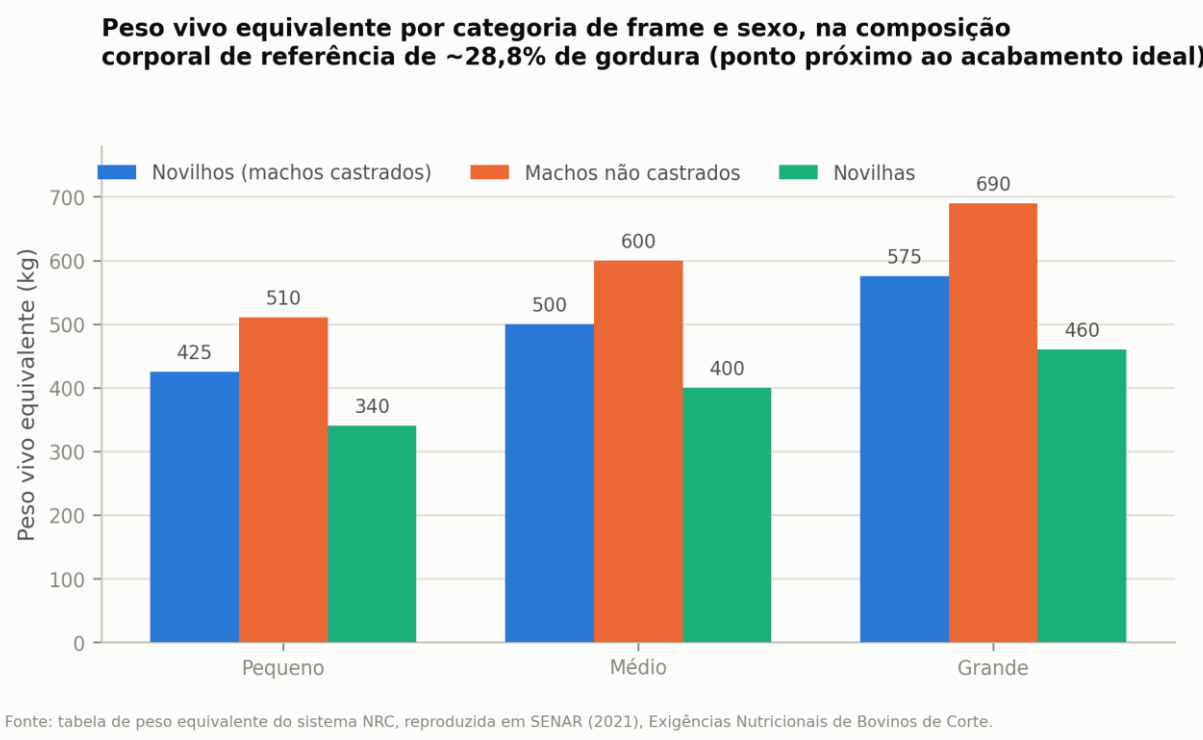


Figura 4 - Peso vivo equivalente por categoria de frame e sexo, na composição corporal de referência de ~28,8% de gordura.

5. Integração dos fatores e considerações finais.

O marmoreio final de uma carcaça bovina resulta da sobreposição de fatores genéticos e de manejo: a genética define o potencial herdável da característica — moderado a alto, e passível de ganho por seleção, como evidenciam os programas de avaliação genética com DEP para marmoreio — enquanto a nutrição de terminação, especialmente a densidade energética e a relação volumoso:concentrado, determina o quanto desse potencial é expresso na carcaça. O frame size, por sua vez, ajuda a explicar por que animais de genética e dieta semelhantes podem atingir o ponto de acabamento em momentos distintos, funcionando como referência complementar de maturidade fisiológica.

Para o produtor, a implicação prática é dupla: de um lado, investir em seleção genética (touro e matrizes com DEP favorável para marmoreio, atenta à correlação com outras características de carcaça); de outro, ajustar o programa nutricional de terminação — energia, relação volumoso:concentrado e tempo de confinamento — ao genótipo e ao frame size do lote, de modo a expressar, de fato, o potencial genético de marmoreio construído ao longo de gerações de melhoramento.

Tabela 3 — Peso equivalente (kg): pesos corporais nos quais animais de diferentes estruturas de frame apresentam composição corporal e exigências nutricionais semelhantes.

Composição corporal, %							
Gordura	14,9	17,2	19,5	21,8	24,2	26,5	28,8
Proteína	19,5	19,1	18,6	18,1	17,6	17,1	16,5
Machos não castrados — peso vivo (kg)							
Pequeno	230	275	325	370	415	465	510
Médio	270	325	380	435	490	545	600
Grande	310	375	440	500	565	625	690
Machos castrados / novilhos — peso vivo (kg)							
Pequeno	195	230	270	310	350	385	425
Médio	225	270	320	365	410	455	500
Grande	260	315	365	420	470	520	575
Novilhas — peso vivo (kg)							
Pequeno	155	185	220	245	275	310	340
Médio	180	220	255	290	325	365	400
Grande	210	250	290	335	375	420	460

Fonte: tabela de peso equivalente do sistema NRC (National Research Council) – 2000.

Em conjunto, os números do NBQA norte-americano, do sistema MSA australiano e do confinamento brasileiro em expansão — que deve se aproximar de 10 milhões de cabeças em 2026 — mostram que o mercado mundial de carne caminha para valorizar cada vez mais atributos de qualidade de carcaça. Ao mesmo tempo, a experiência com o frame size em zebuínos brasileiros lembra que ferramentas desenvolvidas em outro contexto genético e produtivo precisam ser validadas e,

quando necessário, recalibradas para a realidade local antes de orientar decisões de seleção ou de manejo. O marmoreio, afinal, é apenas um entre vários fatores que determinam a experiência final de consumo — mas um dos poucos sobre os quais o produtor tem, simultaneamente, alavancas genéticas, nutricionais e de manejo bem estabelecidas para atuar.

Referências:

ANCP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CRIADORES E PESQUISADORES. Sumário de Touros das raças Nelore, Guzará, Brahman e Tabapuã. Ribeirão Preto: ANCP, 2024. Disponível em: <https://www.ancp.org.br/>. Acesso em: 28 ago. 2026.

BARTLE, S. J. et al. Effects of dietary energy and starch concentrations on beef carcass quality. *Journal of Animal Science*, 1994. Citado em: BEEFPOINT. Qualidade de carcaça e dieta para acabamento de bovinos de corte. 2004.

BEEF CENTRAL. MSA: Powering consistency, value, and innovation for Australia's beef industry. 2025. Disponível em: <https://www.beefcentral.com/news/msa-powering-consistency-value-and-innovation-for-australias-beef-industry/>. Acesso em: 28 ago. 2026..

BEEFPOINT. Densidade energética em dietas de bovinos de corte. Qual o limite? 2013. Disponível em: <https://beefpoint.com.br/densidade-energetica-em-dietas-de-bovinos-de-corte-qual-o-limite-28975/>. Acesso em: 28 ago. 2026.

BEEFPOINT. Qualidade de carcaça e dieta para acabamento de bovinos de corte. 2004. Disponível em: <https://beefpoint.com.br/qualidade-de-carcaca-e-dieta-para-acabamento-de-bovinos-de-corte-20691/>. Acesso em: 28 ago. 2026.

BOOTH CREEK WAGYU. How Is Wagyu Beef Raised: Your Top Guide. Disponível em: <https://boothcreekwagyu.com/blogs/the-butchers-blog/how-is-wagyu-beef-raised-your-top-guide/>. Acesso em: 28 ago. 2026.

CARRARA, T. Frame size não deve ser indicador decisivo. *CompreRural*, 2017 (atualizado em 2020). Disponível em: <https://www.comprerural.com/pecuaria-frame-size-nao-deve-ser-indicador-decisivo/>. Acesso em: 28 ago. 2026.

HERRING, A. D. Genetic Aspects of Marbling in Beef Carcasses. Texas A&M University / Certified Angus Beef, 2002. Disponível em: <https://cabcattle.com/wp-content/uploads/CAB-Review-of-Marbling.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2026.

HORIMOTO, A. R. V. R. et al. Estimativas do tamanho corporal de bovinos da raça Nelore por meio de equações de regressão. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004.

KREHBIEL, C. R. et al. Bunk management. Journal of Animal Science, v. 84, p. E34-E39, 2006. Citado em: BEEFPOINT, 2013.

MERCADANTE, M. E. Z.; RAZOOK, A. G.; MONTEIRO, F. M. Classificação do tamanho de animais da raça Nelore com base na tabela da Federação Americana de Melhoramento de Gado de Corte (BIF). Engormix, 2007. Disponível em: https://pt.engormix.com/pecuaria-corte/conjuntura-genetica/classificacao-tamanho-animais-raca_a38069/. Acesso em: 28 ago. 2026.

NCBA – NATIONAL CATTLEMEN'S BEEF ASSOCIATION. 2022 National Beef Quality Audit Shows Efficiency Improvements. 2022. Disponível em: <https://www.ncba.org/news-media/news/details/41787/2022-national-beef-quality-audit-shows-efficiency-improvements>. Acesso em: 28 ago. 2026.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7. ed. rev. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996 (tabela de peso equivalente por frame e composição corporal, reproduzida em SENAR, 2021).

PLEGGE, S. D. et al. Effects of energy intake on performance of finishing cattle, 1984. Citado em: BEEFPOINT, 2013.

PORTAL DBO. Brasil pode atingir 9,78 milhões de bovinos confinados em 2026. 2026. Disponível em: <https://portaldbo.com.br/brasil-pode-atingir-978-milhoes-de-bovinos-confinados-em-2026/>. Acesso em: 28 ago. 2026.

PREMIX. Marmoreio da carne: saiba tudo sobre este atributo. Blog Premix, 25 jan. 2023. Disponível em: <https://premix.com.br/blog/marmoreio-da-carne-saiba-tudo-sobre-este-atributo/>. Acesso em: 28 ago. 2026.

SAINZ, R. D.; GUIMARÃES, N. C.; CARMO, A. S. do; MAGNABOSCO, C. U. Proposta de novo sistema de escore de estrutura corporal para bovinos Nelore. Ciência Animal Brasileira, v. 24, e-73754, 2023. DOI: 10.1590/1809-6891v24e-73754E.

SCHOONMAKER, J. P. et al. Effect of age at feedlot entry on performance and carcass characteristics. Journal of Animal Science, 2004. Citado em: BEEFPOINT, 2004.

SENAR – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. Exigências Nutricionais de Bovinos de Corte. Curso Bovinocultura de Corte, 2021. Disponível em: <https://ead.senar.org.br/>. Acesso em: 28 ago. 2026.

USDA-AMS – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, AGRICULTURAL MARKETING SERVICE. Feeder Cattle Grades and Standards. 2024. Disponível em: <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/feeder-cattle-grades-and-standards>. Acesso em: 28 ago. 2026.

VIRGINIA COOPERATIVE EXTENSION. The Relationship Between Marbling and Intramuscular Fat. Virginia Tech, Livestock Update. Disponível em: https://www.sites.ext.vt.edu/newsletter-archive/livestock/aps-02_12/aps-171.html. Acesso em: 28 ago. 2026.

2026 FEEDLOT SUMMIT BRAZIL

ANNUAL MEETING OF BEEF CATTLE PRODUCERS
REUNIÃO ANUAL DOS PRODUTORES DE GADO DE CORTE

16 a 18 de Setembro | Goiânia/GO



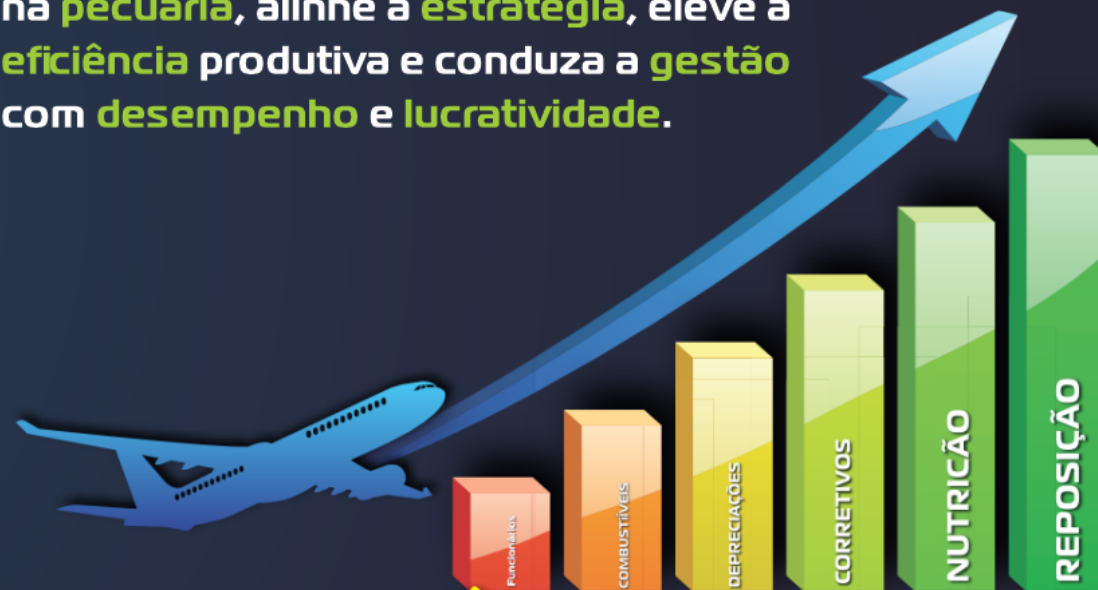
Realização:



Local:



Para construir um **plano de vôo** seguro na **pecuária**, alinhe a **estratégia**, eleve a **eficiência** produtiva e conduza a **gestão** com **desempenho** e **lucratividade**.



Últimas Vagas!

FAÇA SUA INSCRIÇÃO: [FEEDLOTSUMMITBRAZIL.COM.BR](https://feedlotsummitbrazil.com.br)