

PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE ECONÔMICA EX-ANTE DA TERMINAÇÃO DE BOVINOS EM CONFINAMENTO

Moisés de Andrade Resende Filho¹

Resumo: Esse artigo propõe um procedimento para a análise econômica *ex-ante* da terminação de bovinos em confinamentos para quando se fixa *a priori* a raça, peso inicial e número dos animais, a duração do confinamento e o tipo de instalações e benfeitorias, o que faz com que o problema decisório se resuma a encontrar o ganho de peso diário que mais se aproxima do lucro máximo do confinamento. O artigo propõe metodologia para se estimar os principais custos do confinamento e demonstra como equações preditivas do consumo de alimentos e exigências nutricionais podem ser combinadas com um modelo de programação linear para o balanceamento de rações de custo mínimo de modo a estimar os custos da alimentação. Introduce-se, pioneiramente, o conceito de custo quase-fixo na análise econômica do confinamento, tornando mais realista e flexível a análise da alternativa de não execução do empreendimento. O procedimento proposto é apresentado com base em exemplo hipotético considerando 220 animais, machos castrados, de desenvolvimento médio, com peso inicial de 354 kg e confinados por 120 dias no ano de 2009. A coerência dos resultados com relação a resultados prévios na literatura demonstra o potencial de se utilizar o procedimento ora proposto na análise econômica *ex-ante* de confinamentos em outros anos.

Palavras-Chaves: custos de produção, programação linear, maximização do lucro, terminação de bovinos.

AN APPROACH FOR EX-ANTE ECONOMIC ANALYSIS OF BEEF CATTLE FEEDLOTS

Abstract: This article proposes an approach for *ex-ante* economic evaluation of beef cattle feedlots wherein it has been *a priori* set initial weight, breed and quantity of animals, type of facilities and feedlot duration. In doing so, the decision problem consists basically in finding the daily weight gain that closely approaches feedlot maximum profit. I propose ways to estimate the main item costs of feedlot and show how predictive equations for dry matter intake and nutritional requirements can be combined with a linear programming problem for minimizing ration cost so to estimate feeding costs. The concept of quasi-fixed costs is introduced in order to make it more realistic and flexible to consider the possibility of production inactivation. The approach is applied to economically analyze a hypothetical example built as a 120-day feedlot of 220 castrated bulls of 354 kg initial liveweight for the year 2009. The coherence of results when compared with the literature shows that the approach can be used to support *ex-ante* economic analysis of beef cattle feedlots in other years and under other similar settings.

Key Words: production costs, linear programming, profit maximization, finishing cattle.

JEL: Q120, D240, M110.

¹ Ph.D. em Economia Aplicada pela University of Minnesota. Professor do Departamento de Análise Econômica da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. E-mail: moises.resende@ufjf.edu.br

INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte no Brasil se destaca no contexto social como a principal fonte de proteína animal para a população. No contexto econômico, a bovinocultura se destaca como importante fonte de matéria-prima para a indústria. Por exemplo, o couro é insumo para a indústria calçadista, o sebo é insumo para a indústria química, a bÍlis é utilizada pela indústria farmacêutica e farinhas de carne e de ossos² são insumos para a indústria de rações.

O rebanho bovino brasileiro é atualmente o maior comercialmente explorado no mundo. Com um contingente de 204,7 milhões de animais, em 2006, o Brasil produziu 8,95 milhões de toneladas de carne em equivalente carcaça provenientes do abate de 44,4 milhões de cabeças (taxa de abate de 21,67%). Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA (2007), o PIB da pecuária que foi de R\$ 64,82 bilhões em 2006, correspondeu a aproximadamente 2,8% do PIB brasileiro (R\$ 2,322 trilhões).

As regiões Centro-Oeste e Sudeste comportam aproximadamente 53,6% do contingente bovino economicamente explorado no país. O clima dessas regiões é caracterizado por dois períodos distintos. O período das águas, entre outubro e março, caracteriza-se por elevadas temperaturas e pluviosidade, o que permite a produção de forragens verdes em abundância e boa qualidade nutricional. Essas características viabilizam elevados ganhos de peso, mesmo para animais criados em regime extensivo a pasto. Já o período seco, entre abril e setembro, caracteriza-se por clima seco e frio, o que reduz a disponibilidade e qualidade das forragens verdes, resultando na estagnação, ou mesmo, perda de peso dos animais criados em regime extensivo a pasto. Como a maior parte do gado bovino é criada em regime extensivo, a oferta de animais prontos para o abate é, naturalmente, menor no período seco, o que, historicamente, tem resultado em preços reais elevados do boi gordo, notadamente, entre os meses de outubro e novembro. Visando usufruir disso, muitos pecuaristas vêm terminando os seus animais em sistemas intensivos de engorda, especialmente em confinamento, de modo a ofertá-los na entressafra. Note-se que em confinamento, os animais permanecem fechados em instalações, recebendo por completo a alimentação, sem acesso às pastagens.

Parece haver uma tendência de crescimento no uso de sistemas de confinamento para a terminação de bovinos. De acordo com Beefpoint (2007), foram confinados 933.967 animais nos 50 maiores confinamentos do Brasil em 2006, o que corresponde a um aumento de 16,52% sobre os 801.583 animais confinados por esses mesmos estabelecimentos em 2005. Corroborando esse dado, o número total de animais confinados entre 1995 e 2003 cresceu cerca de 61,8% (ANUALPEC, 2004). Ainda, estima-se que 2,3 milhões de bovinos tenham sido confinados em 2006, o que representou cerca de 5% do total de animais abatidos no país naquele ano (BEEFPOINT, 2007).

A terminação de bovinos em confinamento têm sido estudada sob diferentes aspectos, tais como: quanto ao uso de alimentos alternativos (RESTLE et al., 2004), quanto aos diferentes cruzamentos e peso ao abate (LEME et al., 2000) e diferentes idades iniciais dos animais (TOWNSEND, 1988). Os estudos sobre a avaliação econômica dessa atividade e os fatores que influenciam sua rentabilidade têm focado sobre questões relacionadas à utilização de animais castrados ou não (LOPES et al., 2005), a escala de produção (LOPES et al., 2007) e a composição dos custos de produção em estudos de caso (LOPES e MAGALHÃES, 2005a, b). Contudo, nenhum dos estudos prévios discute metodologicamente como a estimação dos custos de produção do confinamento pode ser empregada na análise

² A Portaria Nº 290, de 16 de Julho de 1997 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) proÍbe, em todo o TerritÓrio Nacional, o uso de qualquer fonte de proteína de ruminantes na alimentação de ruminantes. A proibição não se aplica no entanto às proteínas lácteas e às farinhas de ossos obtidas por calcinação (MAPA, 2008).

econômica *ex-ante* da atividade. O presente artigo preenche essa lacuna e, ainda, propõe uma alternativa metodológica à forma como os custos de produção do confinamento vêm sendo calculados. Nesse tocante, o conceito de custo quase-fixo é introduzido de modo a possibilitar a consideração explícita da alternativa de não implementação do confinamento, conferindo maior realismo e flexibilidade à análise.

Muitos trabalhos têm estudado a utilização de modelos de programação matemática na tomada de decisão em confinamento. Beltrame Filho et al. (1997) citado por BARIONI et al. (2003) analisa o problema de otimização de dietas para o custo mínimo de ganho de peso, admitindo que o grupo genético, os pesos inicial e final dos animais tenham sido preestabelecidos. Lanna et al. (1999) focam sobre o problema de minimização do custo de alimentação por quilo de carcaça, enquanto Resende Filho (2002) desenvolve um modelo para a maximização do lucro do confinamento em que se requer a pré-definição do peso e data inicial e o grupo genético dos animais. Tanto Lanna et al. (1999) quanto Resende Filho (2002) relatam limitações quanto à utilização de modelos de programação não linear na maximização do lucro do confinamento. Por exemplo, os algoritmos utilizados na resolução do problema podem convergir para ótimos locais, ou seja, para soluções subótimas, o que torna a resolução dos modelos de maximização do lucro do confinamento fortemente dependentes dos valores inicialmente atribuídos às variáveis de decisão. O presente artigo apresenta procedimento para a análise econômica *ex-ante* do confinamento de bovinos que auxilia, sob certas condições, na superação de algumas das limitações dos modelos de programação não linear para a maximização do lucro. Para tanto, o procedimento segue a lógica analítica pioneiramente proposta por Wedekin et al. (1994) no que tange à pré-fixação do tipo (e.g., cruzamento/raça, peso inicial e idade inicial) e do número de animais confinados (e.g., escala de produção), do tipo de benfeitorias e instalações, do período de confinamento e dos alimentos potencialmente disponíveis à formulação de rações, para, só então, estimar o lucro de cada potencial ganho de peso diário. Seguindo essa lógica, o problema de maximização do lucro que é intrinsecamente não linear, é subdividido em duas etapas. Na primeira etapa problemas de programação linear são resolvidos e, na segunda etapa, o melhor resultado dentre os simulados é escolhido como aquele que mais se aproxima do lucro máximo do confinamento.

Esse artigo é composto por três outras seções, além dessa introdução. Na seção dedicada à metodologia são apresentadas as características comuns aos confinamentos de bovinos de corte no Brasil, a metodologia utilizada para a estimação dos custos de produção em confinamentos, o modelo de programação linear para a obtenção da ração de mínimo custo e a metodologia para se estimar o custo da alimentação. Ainda nessa mesma seção, discute-se a importância da utilização do conceito de custos quase-fixos na decisão entre executar ou não o confinamento. Na seção seguinte, o procedimento proposto é exemplificado por meio da análise de treze cenários de ganho de peso para um exemplo hipotético de confinamento, contrastando-se os resultados da literatura. Em seguida, as conclusões do trabalho são apresentadas.

2 METODOLOGIA

A estrutura da metodologia proposta para a estimação dos custos do confinamento será apresentada com base em exemplo hipotético construído com base em características comuns, apresentadas na literatura, aos sistemas de confinamento utilizados no Brasil. Assim, tais características são, inicialmente, apresentadas para, em seguida, abordar a metodologia propriamente dita.

O confinamento de bovinos implica no uso intensivo de capital, o que decorre da necessidade de se dispor de instalações e equipamentos adequados e da imobilização de recursos na compra do boi magro e de toda a alimentação a ser fornecida aos animais. Dada a infinidade de combinações tecnicamente factíveis, o confinamento pode ser executado de diversas formas, levando-se em conta o número de animais ou escala do empreendimento, as suas raças e cruzamentos, seus pesos iniciais e finais e os alimentos concentrados e volumosos utilizados na formulação da ração. Além disso, potenciais estratégias de ganho de peso diário devem garantir que os animais atinjam, pelo menos, 450 kg na época de venda pois só assim serão classificados como “boi gordo”. Reforçando esse último aspecto, os contratos do boi gordo negociado na Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) especificam que o objeto de negociação é o bovino macho, castrado, bem acabado (carcaça convexa), em pasto ou confinamento, que apresenta peso entre o mínimo de 450 kg e o máximo de 550 kg e idade máxima de 42 meses (BM&F, 2006).

Também é comum que o preço recebido pelos animais terminados em confinamento seja o mesmo dos animais terminados à pasto. Essa característica decorre da inexistência de um sistema de pagamentos de prêmios em preço por parte de frigoríficos e açougues, apesar de os animais terminados em confinamento tenderem a apresentar carne de melhor qualidade e maior rendimento da porção comestível em comparação aos animais submetidos a outros regimes de engorda (LAZZARINI NETO e LAZZARINI, 1995).

As características comuns aos sistemas de terminação em confinamento de bovinos no Brasil supramencionadas são incorporadas ao sistema de produção tomado como exemplo para a aplicação do procedimento de análise apresentado nesse artigo. Por exemplo, admite-se o rendimento de carcaça de 50%, o que formaliza a impossibilidade de o pecuarista receber pelo rendimento sabidamente superior dos animais terminados em confinamento quando comparados a animais terminados a pasto.

O sistema de confinamento tomado como exemplo utiliza como categoria animal base o animal macho, castrado, de desenvolvimento médio³, com peso médio inicial de 354 kg (11,8 arrobas de peso em equivalente carcaça), adquiridos ao preço médio de R\$ 930,00 a unidade que é uma média das cotações no mês de abril de 2009 (MASSEY FERGUNSON, 2009). Os cenários são construídos com base em ganhos de peso entre 0,8 kg/dia e 1,4 kg/dia com incrementos de 0,05 kg/dia, gerando treze cenários. Em cada cenário a duração do confinamento é de 120 dias, assumindo-se que o processo produtivo começa em primeiro de julho de 2009 e termina em 30 de outubro do mesmo ano.

A seguir, discute-se a metodologia proposta para se estimar os custos do confinamento em três partes. A primeira parte trata da estimação dos custos fixos, a segunda, aborda os custos quase-fixos e a terceira, trata do método para a estimação do custo da alimentação que envolve a formalização do modelo para a predição das exigências nutricionais e consumo dos animais o qual, em última instância, gera os parâmetros de um modelo de minimização do custo da ração. Por último, serão descritos algumas medidas dos resultados econômicos do confinamento.

2.1 CUSTOS FIXOS

Os custos fixos do confinamento são gerados pela depreciação das instalações e benfeitorias e os juros incidentes sobre o capital empatado com esses itens. Para tanto, normalmente, admite-se que tais itens são capital específico, ou seja, que não podem ser utilizados em outras atividades da propriedade agrícola. Sob essa premissa, mesmo se nenhum

³ Segundo Jorge et al. (1996) as raças Gir, Tabapuã, Guzerá e Nelore são exemplos de raças de desenvolvimento médio.

confinamento fosse executado, a depreciação das instalações e benfeitorias e os juros sobre o capital empatado com esses itens deveriam ser contabilizados e imputados à atividade de confinamento.

Segundo estimativas de Nogueira (2007), seria necessário investir cerca de R\$ 41,5 mil em instalações e benfeitorias para um módulo simples de confinamento com estrutura para confinar 220 animais simultaneamente. Admitindo-se que o capital fixo deprecia linearmente por 15 anos (i.e., vida útil média das instalações e benfeitorias) obtém-se que o custo da depreciação de instalações e benfeitorias (*CIB*) é R\$2.766,67 ao ano.

A estimação do custo de oportunidade do capital empatado com instalações e benfeitorias (*COIB*) deve ser obtida com a aplicação da equação (1).

$$COIB = 2.766,67 * ((1+r)^{12} - 1) \quad (1)$$

Em que r é a taxa de juros mensal de uma potencial aplicação financeira, no caso o CDB, considerada igual a 0,83% ao mês. Esse valor é a média da remuneração do CDB para o ano de 2007 segundo dados do IPEADATA (2008) e é utilizado como uma *proxy* da remuneração do CDB no ano de 2009.

A equação (1) informa o quanto o pecuarista poderia ter recebido em juros se tivesse investido o montante empatado com instalações e benfeitorias naquele ano à taxa média do CDB, 0,83% ao mês. Note-se que o montante empatado com instalações e benfeitorias é o valor da depreciação desses itens no ano.

A estimativa do custo fixo total do confinamento (*CF*) é o resultado da soma de *CIB* e *COIB* que, para o presente sistema de confinamento, totaliza R\$ 3.055,16.

Se a estratégia de máximo lucro indicar prejuízo⁴ maior do o custo fixo do confinamento então, como regra de decisão, não se deverá executar o empreendimento naquele ano. Por outro lado, será melhor executar o confinamento sempre que a estratégia de máximo lucro indicar prejuízo menor do que o custo fixo pois assim, pelo menos, parte do custo fixo estará sendo paga.

2.2 CUSTOS QUASE-FIXOS

As características do confinamento utilizado no presente estudo é um exemplo de sistema de produção em que a tecnologia utiliza os fatores de produção, por exemplo, mão-de-obra, vitamina, vermífugo e boi magro, em proporções quase-fixas, gerando assim custos quase-fixos. Por definição, custos quase-fixos são incorrido independentemente do nível de produção, mas só precisam ser pagos se a empresa produzir alguma quantidade estritamente positiva de produto (Varian, 2006: p. 364). Assim, considera-se que somente se o confinamento for efetivamente executado haverá o gasto com mão-de-obra, vitamina, vermífugo e boi magro, o qual independerá da quantidade de peso vivo produzido. Por outro lado, se o confinamento não for executado, o gasto com esses itens será nulo.

A título do exemplo, admite-se que um homem por dia seja capaz de monitorar 40 animais, além de preparar e fornecer a alimentação para os mesmos. Com isso, os gastos com mão-de-obra e encargos sociais para um lote de 220 animais, considerando-se o valor do salário mínimo de R\$465,00 e adicional de 46,63%⁵, será de aproximadamente R\$ 3.750,06

⁴ Ocorre prejuízo quando a receita total é menor do que o custo total de produção. Note-se que se a atividade não é executada, o lucro será o negativo dos custos fixos.

⁵ Correspondente a 8% de FGTS, 8,33% de 13^o salário, 2,5% de salário educação, 0,20% de INCR, 8,33% de férias e 2,77% de abono férias, 1,5% de contribuição confederativa e 15% de seguridade social.

por mês. A estimativa do custo da mão-de-obra (*CMO*) é obtida multiplicando-se 3.750,06/mês por 4 meses, o que resulta no montante de R\$15.000,25 por confinamento.

Admitindo-se que o pagamento da mão-de-obra se dá ao final de cada mês, deve-se estimar o custo de oportunidade do capital empatado com mão-de-obra (*COMO*) aplicando-se a equação (2).

$$COMO = \sum_{i=2}^4 CMO * ((1+r)^{i-1} - 1) \quad (2)$$

Para compreender a lógica por detrás da equação (2) note que o custo de oportunidade do capital gasto com o pagamento da mão-de-obra no mês 1 seria o valor *CMO* multiplicado por $(1+r)^{(4-1)}$ menos *CMO*, o que representa o quanto teria sido obtido de juros se *CMO* fosse investido por 3 meses. O mesmo raciocínio se aplica aos demais meses, observando-se que não haveria juros incidindo sobre o *CMO* gasto no quarto mês de confinamento, uma vez que o pagamento se dá apenas ao final de cada mês. No presente exemplo, *COMO* é R\$751,15.

Admite-se que, imediatamente antes do início do confinamento, cada animal recebe a aplicação de uma dose de 5000 unidade internacionais de vitamina A injetável e é vermifugado. Como exemplo, considera-se um gasto de R\$ 3,00 por animal com vitamina e vermífugo que multiplicado por 220 (número de animais em confinamento), resulta em custo com vitamina e vermífugo (*CVV*) = R\$660,00 por confinamento. Admitindo-se que esse gado é todo realizado no início do confinamento, o custo de oportunidade do capital empatado com vitaminas e vermífugo (*COVV*) deve ser estimado segundo a equação (3).

$$COVV = CVV * ((1+r)^4 - 1) \quad (3)$$

No presente exemplo, *COVV* é R\$22,19.

O último item a compor o custo quase-fixo é o custo do boi magro (*CBM*). No presente exemplo, multiplicando-se o valor de mercado do boi magro de 11,8 arrobas, R\$930,00 (Massey Ferguson, 2009) pelo número de animais, 220, resulta em *CBM* = R\$204.600,00. Note-se que, se os animais magros já pertencessem ao pecuarista antes do confinamento, *CBM* seria interpretado como o custo de oportunidade desses animais para o confinador.

Admitindo-se que o gasto com a compra do boi magro é, todo ele, realizado no início do confinamento, deve-se utilizar a equação (4) para se obter a estimativa do custo de oportunidade do capital empatado com o boi magro (*COBM*).

$$COBM = CBM * ((1+r)^4 - 1) \quad (4)$$

No presente exemplo, *COBM* é R\$ 68.777,76.

Finalmente, a estimativa do custo quase-fixo (*CQF*) do confinamento é o resultado da soma de *CMO*, *COMO*, *CVV*, *COVV*, *CBM* e *COBM*, perfazendo no presente caso o montante de R\$255.198,80.

2.3 CUSTO DA ALIMENTAÇÃO

O custo da alimentação depende do ganho de peso diário dos animais confinados, gerando assim, o único item de custo realmente variável do empreendimento. Como é tecnicamente viável combinar diversos alimentos, para que o lucro do confinamento seja

maximizado é necessário que o custo da alimentação esteja sendo minimizado. Isso é verdade porque se o custo da alimentação não estiver sendo minimizado, será possível obter o mesmo ganho de peso e, ainda assim, reduzir o custo total de produção, o que aumenta o lucro e, com isso, contradiz a hipótese inicial de que se estava maximizando o lucro.

Antes de formalizar o método para a estimação dos custos da alimentação, será apresentado o modelo proposto para a minimização do custo da alimentação para níveis de ganho de peso diário pré-fixados. Tal modelo combina equações do *National Research Council - NRC* (1984) para antever o consumo voluntário diário de matéria seca, equações do *Agricultural and Food Research Council - AFRC* (1993) para se estabelecer a necessidade de proteína dos animais e equações propostas por Fontes (1995) para estabelecer as exigências nutricionais dos animais em termos de níveis mínimos de cálcio, fósforo, potássio, sódio e magnésio na ração. Como as equações do modelo estão pormenorizadamente descritas em Resende Filho (2002), optou-se por não rerepresentá-las aqui.

O modelo proposto por Resende Filho (2002) foi implementado na planilha eletrônica Microsoft Excel, sabendo que cada equação é função das variáveis peso inicial e final dos animais e do teor de energia metabolizável⁶, [EM]. Dessa forma, ao se pré-fixar os pesos inicial e final dos animais, cada equação do modelo torna-se uma função, única e exclusivamente, da variável [EM]. Em seqüência, utiliza-se o método “atingir meta” do Microsoft Excel para se calcular o valor de [EM] que substituído na equação do ganho de peso diário, gera o ganho de peso diário desejado.

Encontrado o valor de [EM], obtém-se automaticamente os valores dos demais requerimentos nutricionais e do consumo esperado de matéria seca, por simples substituição do valor obtido de [EM] nas respectivas equações do modelo. Esses valores são então utilizados para parametrizar as restrições de um modelo de programação linear (MPL) para minimização do custo da ração. A solução do MPL é a composição da ração de custo mínimo capaz de garantir a estratégia de ganho de peso diário pré-fixada. Note-se que ao se alterar o ganho de peso desejado ou pré-fixado, um novo valor de [EM] é gerado e, com ele, um conjunto de novos valores para os parâmetros do MPL, o que deve gerar uma nova solução para o MPL.

O MPL para minimização do custo da ração possui 14 restrições referentes aos níveis mínimos e máximos de nutrientes, energia e proteína, além de níveis máximos de alguns alimentos, por exemplo, a quantidade de uréia na matéria seca da ração não deve exceder 1%. A formulação completa desse MPL é apresentada em Resende Filho (2002) e tem como função objetivo a equação (5).

$$\min_{P_i \geq 0} \sum_{i=1}^n \frac{Pr_i * P_i}{MS_i} \quad (5)$$

Em que Pr_i é o preço de mercado ou custo de produção do alimento i em R\$ por kg; P_i é a porcentagem do alimento i na ração em base seca; e MS_i é a porcentagem de matéria seca do alimento i , obtida via análise químico-bromatológica do alimento.

A ferramenta Solver de otimização do Microsoft Excel é utilizada para solucionar o MPL, ou seja, para encontrar os valores de P_i que minimizam o custo da ração para o ganho de peso diário pré-fixado, respeitando as restrições do problema.

O exemplo de aplicação considerado no presente artigo considera os alimentos e preços apresentados na Tabela 1.

⁶ A energia metabolizável é a energia total ingerida pelo animal em sua alimentação, menos a energia perdida nas fezes, urina e gases (AFRC, 1993).

Tabela 1 - Preços dos alimentos utilizados no exemplo

Alimento	Preço ou Custo de Produção (R\$/t)
Capim elefante "Napier"	17,90*
Silagem de milho	24,90*
Cana-de-açúcar	39,40
Uréia	1193,00
Calcário calcítico	20,00
Farelo de algodão (30% PB)	460,00
Farelo de algodão (42% PB)	600,00
Sal comum	360,00
Cloreto de potássio	1040,00
Farelo de trigo	430,00
Milho	304,00
Farelo de soja	620,00

Fonte: * valores estimados segundo EMBRAPA (2007) e DERESZ et al. (2006). As demais cotações foram obtidas em MF RURAL (2009).

Solucionado o MPL de minimização do custo da ração, a estimativa do custo da alimentação (CA) para cada estratégia de ganho de peso diário é calculada segundo a equação (6).

$$CA = (CR/100) * CVMS * 220 * 120 \quad (6)$$

em que CR é o custo da ração de custo mínimo em R\$ por 100 kg de matéria seca; $CVMS$ é o consumo voluntário de matéria seca para o animal médio (i.e., animal com o peso médio do lote de animais confinados) em kg/dia, calculado com base nas equações do NRC (1984), equações (7) e (8). Essa equação visa a antever o consumo diário de ração, em base seca, para o animal médio alimentado sem qualquer restrição quanto a quantidade de alimento ingerida (i.e., alimentado *ad libidum*); 220 é o número de animais em confinamento; e 120 é o número de dias de duração do confinamento.

$$CVMS = 1,05 * [W^{0,75} * (0,1493 * [ELm] - 0,0460 * [ELm]^2 - 0,0196)] \quad (7)$$

$$[ELm] = 1,37 * [EM] - 0,138 * [EM]^2 + 0,0105 * [EM]^3 - 1,12 \quad (8)$$

Em que W denota o peso vivo dum animal médio do lote em kg; $[EM]$ é a energia metabolizável em Mcal para cada kg de matéria seca da ração; e $[ELm]$ é a energia líquida necessária para a manutenção do animal médio, segundo NRC (1984).

Pela equação (6), fica evidente que o custo da alimentação depende de $CVMS$ e do custo mínimo da ração, CR . Ao se alterar o ganho de peso diário há a necessidade de se calcular o novo $[EM]$ capaz de suportar o novo ganho de peso, o que altera os valores dos parâmetros de requerimento nutricional e, assim, a composição da ração de custo mínimo e o valor de CR . Pelas equações (7) e (8) fica claro que, quando $[EM]$ é alterado, também $CVMS$ é modificado. Assim, quando se altera o valor do ganho de peso diário, gera-se uma nova estimativa para o custo da alimentação como o resultado dos novos valores estimados para $CVMS$ e CR .

Admitindo-se que o confinador adquire todos os alimentos necessário à alimentação dos animais no início do confinamento, a estimativa do custo de oportunidade do capital empatado com alimentação (COA) deve ser obtido com a aplicação da equação (9).

$$COA = CA * ((1+r)^4 - 1) \quad (9)$$

2.4 MEDIDAS DO RESULTADO ECONÔMICO DO CONFINAMENTO

A estimativa da receita total (*RT*) do confinamento deve ser obtida por meio da equação (10).

$$RT = (\text{peso final} * 0,5/15) * 220 * \text{preço da arroba do boi gordo} \quad (10)$$

Em que 0,5 é o rendimento de carcaça e 15 é o fator que converte kg em arrobas.

No exemplo utilizado, admite-se que o preço da arroba do boi gordo em outubro de 2009 é a própria cotação média do contrato do boi gordo na BM&F em 07 de abril de 2009, R\$84,83/arroba para outubro de 2009 (BM&F, 2009).

A estimativa do lucro do confinamento é obtida segundo a equação (11).

$$\text{Lucro} = RT - (CV + CQF + CF) \quad (11)$$

Em que o custo variável (*CV*) é o resultado da soma de *CA* com *COA*; o custo quase-fixo (*CQF*) é a soma de *CMO*, *COMO*, *CVV*, *COVV*, *CBM* e *COBM*; e o custo fixo (*CF*) é o resultado da soma de *CIB* e *COIB*.

Seguindo o que fizeram trabalhos prévios que trataram da avaliação econômica de confinamentos, (LOPES et al., 2005; LOPES et al., 2007; LOPES e MAGALHÃES, 2005a, b), será também utilizado o indicador margem líquida (*ML*) definido pelas equação (12).

$$ML = RT - CO \quad (12)$$

Em que o custo operacional (*CO*) estimado é o resultado da soma das estimativas dos custos que representarão efetivo desembolso e a depreciação de instalações e benfeitorias, ou seja, é a soma de *CA*, *CMO*, *CVV*, *CBM* e *CIB*.

O custo operacional (*CO*) foi definido seguindo a recomendação de Matsunaga et al. (1976). Segundo esses autores, o custo operacional é constituído de todos os itens de custo considerados variáveis (despesas diretas), da parcela de custo fixo (custos indiretos) decorrente da depreciação de máquinas e benfeitorias (bens duráveis) e do valor da mão-de-obra familiar. Esse critério dá uma idéia da capacidade do empreendimento de subsistir ao longo do tempo, eliminando a idéia de alocação ótima dos recursos que está por detrás de metodologias que consideraram os custos de oportunidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção será apresentada a lógica da análise econômica *ex-ante* do confinamento de bovinos com base no procedimento proposto para a estimação dos resultados econômicos do confinamento, tomando-se por base treze possíveis cenários de ganhos de peso diário para o exemplo de confinamento descrito ao longo do presente artigo. Os resultados desses treze cenários em termos de receita total, custo total da alimentação, custo total de produção, lucro e margem líquida são apresentados na Tabela 2. Como o número de dias em confinamento foi fixado em 120 e o peso inicial dos animais, em 354 kg, a pré-determinação do ganho de peso

vivo diário ou do peso final constituem-se em duas maneiras alternativas de se estabelecer o mesmo cenário.

Tabela 2 - Resultados para os treze cenários de ganho de peso diário simulados.

Ganho de Peso Vivo (kg/dia)	Peso Final (kg)	Receita Total (R\$)	Custo Total da Alimentação (R\$)	Custo Total de Produção (R\$)	Lucro (R\$)	Margem Líquida (R\$)
0,80	450	279.939,00	37.404,83	268.371,34	11.567,66	20.723,75
0,85	456	283.671,52	39.668,65	270.635,16	13.036,36	22.266,07
0,90*	462*	287.404,04	42.124,54	273.091,05	14.312,99	23.622,57
0,95	468	291.136,56	47.709,54	278.676,05	12.460,51	21.951,73
1,00	474	294.869,08	54.090,39	285.056,90	98.12,18	19.510,92
1,05	480	298.601,60	60.849,46	291.815,97	67.85,63	16.704,19
1,10	486	302.334,12	67.904,36	298.870,87	3.463,25	13.611,26
1,15	492	306.066,64	75.256,75	306.223,26	-156,62	10.230,50
1,20	498	309.799,16	83.062,05	314.028,56	-4.229,40	6.411,57
1,25	504	313.531,68	91.078,41	322.044,92	-8.513,24	2.388,44
1,30	510	317.264,20	99.465,88	330.432,39	-13.168,19	-1.993,73
1,35	516	320.996,72	108.339,19	339.305,70	-18.308,98	-6.845,94
1,40	522	324.729,24	118.827,92	349.794,43	-25.065,19	-13.261,03

Fonte: Resultados da Pesquisa.

* Indica a estratégia de lucro máximo dentre os cenários simulados.

Dentre os resultados apresentados na Tabela 2, o maior lucro estimado, R\$ 14.312,99 é previsto para a estratégia de ganho de peso vivo de 0,90 kg/dia. Ou seja, a estratégia de maior lucro é caracterizada pelos 220 animais atingindo peso final médio de 462 kg, em um período de 120 dias. Adotando essa estratégia de ganho de peso diário, seria possível arcar com todos os custos envolvidos no confinamento com sobra, ou seja, seria possível operar com lucro supernormal ou extraordinário. Para essa estratégia de ganho, a estimativa do custo com a compra do boi magro mais os juros do capital empatado com boi magro (*CBM + COBM*) é R\$211.477,76 e o custo total da alimentação (*CA + COA*) é R\$42.124,54. Esses dois itens de custo representariam, respectivamente, 77,44% e 15,43% do custo total de produção para a estratégia de ganho de 0,90 kg/dia. Dessa forma, juntos seriam responsáveis por 92,86% do custo total de produção.

Lopes e Magalhães (2005a) em um estudo de caso contabilizaram que custos com a compra do boi magro e com a alimentação dos animais em confinamento foram responsáveis respectivamente por 66,57% e 30,25%, resultado esse similar ao obtido por Lopes e Sampaio (1999) citado por LOPES e MAGALHÃES (2005a). No presente estudo, a maior participação do gasto com boi magro no custo total em comparação aos trabalhos anteriores se deve, provavelmente, ao inflacionamento do preço considerado para o boi magro. Já a menor participação do item custo com alimentação é justificado pelo fato de que a ração hipotética teve o seu custo minimizado, o que não ocorreu nas condições dos trabalhos anteriormente citados. Apesar das diferenças entre estudos, o presente exemplo corrobora o fato de que os custos da alimentação e compra do boi magro representam mais de 92% do custo total de produção, ressaltando a importância em se otimizar a compra do boi magro e se minimizar os custos com alimentação para o sucesso do empreendimento.

Ainda pelos resultados apresentados na Tabela 2, observa-se que a estratégia que leva ao maior lucro não corresponde àquela associada à estratégia de menor custo total da alimentação (ganho de 0,80 kg/dia). Tal resultado demonstra que o objetivo de minimizar o custo da alimentação está dissociado do objetivo de maximizar o lucro do confinamento, o

que deve levar à revisão da maneira pela qual confinamentos são planejados. Por exemplo, é comum observar o planejamento de confinamentos calcados na pré-definição dos alimentos a serem fornecidos aos animais motivados pelo desejo de se aproveitar subprodutos de outros processos produtivos realizados na propriedade agrícola. Deve-se ter em mente que procedendo dessa forma, está se impondo restrições às possibilidades de ganho de peso diário dos animais, o que pode, em última instância, gerar um lucro subótimo.

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram que não é a estratégia de maior ganho de peso (1,40 kg/dia) aquela gera o maior lucro, o que confirma um resultado amplamente demonstrado na teoria neoclássica da produção segundo o qual o lucro máximo é alcançado em um nível de produção inferior à máxima produção (VARIAN, 2006).

Como mencionado anteriormente, o custo fixo (*CF*) do sistema de confinamento analisado é o resultado da soma da depreciação de instalações e benfeitorias (*CIB*) com o custo de oportunidade do capital empatado com esses mesmos itens (*COIB*) que foi estimado para o presente exemplo igual a R\$3.055,16. Por conta disso, os resultados da Tabela 2, indicam que a estratégia de ganho de peso de 1,15 kg/dia, mesmo gerando prejuízo de R\$156,62 ainda seria viável economicamente no curto prazo. Isso porque, se essa fosse a única estratégia disponível para o confinador, o prejuízo ainda seria menor do que a não realização do confinamento (prejuízo de R\$3.055,16).

Note-se que se as instalações e benfeitorias para confinamento pudessem ser utilizadas em outras atividades na propriedade agrícola, a depreciação de benfeitorias e instalações (*CIB*) e o custo de oportunidade do capital empatado com instalações e benfeitorias (*COIB*) não deveriam mais ser considerados como itens de custo fixo e sim como itens do custo quase-fixo, ou seja, só seriam incorridos se o confinamento fosse efetivamente executado. Se fosse esse o caso, qualquer estratégia que gerasse prejuízo deveria ser preterida à estratégia de não execução do confinamento. Por exemplo, esse seria o caso para as estratégias de ganho de peso maiores do que 1,10 kg/dia (vide Tabela 2).

A soma do lucro com os custos de oportunidade do capital empatado (*COIB + COA + COMO + COVV + COBM*) gera, equivalentemente, a Margem Líquida (*ML*) como definido pela equação (12). Assim, a Margem Líquida (*ML*), ao ignorar os custos de oportunidade, indica apenas a capacidade da atividade de subsistir no tempo, não servindo como um bom indicador a respeito da melhor forma de se alocar os recursos entre alternativas produtivas. Note-se que para a estratégia de ganho 0,90 kg/dia, *ML* seria igual a R\$23.622,57.

Finalmente, a composição da ração de custo mínimo capaz de imprimir um ganho de 0,90 kg por dia nos 220 animais confinados, obtida via resolução do MPL apresentado no contexto da equação (5) é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição da ração em base seca e base natural para a estratégia de maior lucro, ganho de peso vivo de 0,9 kg/dia

Alimento	Participação na Matéria Seca da Ração (%)	Participação na Matéria Natural da Ração (%)
Capim Napier, 61 dias	1,54	2,64
Silagem de Milho	82,62	91,40
Calcário Calcítico	0,22	0,07
Farelo de algodão (42% PB)	7,09	2,64
Sal Comum	0,11	0,04
Farelo de Trigo	7,42	2,86
Uréia	1,00	0,34

Fonte: Solução do MPL para minimização do custo da ração para ganho de peso de 0,9 kg/dia.

A ração apresentada na Tabela 3 possui 2,38 Mcal de energia metabolizável por kg de matéria seca e atende a todas as exigências nutricionais necessários para se imprimir o

ganho de peso vivo diário de 0,9 kg. O custo dessa ração foi estimado em R\$16,22 por 100 kg de matéria seca.

CONCLUSÕES

O presente artigo apresentou procedimento para a análise econômica *ex-ante* da terminação de bovinos em confinamento para quando já se tenha definido *a priori* a raça, peso inicial e número dos animais, a duração do confinamento e o tipo de instalações e benfeitorias a serem utilizadas. Nesse sentido, mostrou-se que, no contexto desse tipo de empreendimento, os insumos mão-de-obra, boi magro e vermífugo e vitaminas, considerados normalmente como fatores variáveis de produção, devem ser, de fato, considerados como fatores quase-fixos. Isso porque serão gastos em quantidades fixas se e somente se o empreendimento for, realmente, executado. Tal abordagem flexibiliza a análise e permite considerar de maneira realista a alternativa de não execução do confinamento. O artigo propõe ainda que o conceito de custo quase-fixo, sob certas condições, seja empregado mesmo para fatores de produção como benfeitorias e instalações os quais, usualmente, são considerados como itens do custo fixo do confinamento. Isso porque quando benfeitorias e instalações não são capital específico do confinamento e, portanto, podem ser utilizados em outras atividades da propriedade agrícola, ao se optar pela não execução confinamento, a depreciação e juros sobre o capital empatado com tais itens devem passar a compor os custos das atividades a que eles estiverem servindo. Dessa forma, se o confinamento não é realizado, benfeitorias e instalações gerariam custo zero para o confinamento e se o confinamento é executado, passam a compor o custo fixo, demonstrando que tais itens geram, de fato, custos quase-fixos. Os resultados obtidos com a aplicação do procedimento proposto para um confinamento hipotético no ano de 2009 permitiram gerar conclusões generalizáveis, como segue.

Observou-se que a estratégia que leva ao maior lucro não corresponde àquela associada à estratégia de menor custo da alimentação, demonstrando que o objetivo de minimizar o custo da alimentação está dissociado do objetivo de maximizar o lucro do confinamento.

Observou-se também que não é a estratégia de maior ganho de peso aquela gera o maior lucro, confirmando a predição da teoria neoclássica da produção segundo a qual o lucro máximo é alcançado em níveis de produção inferiores à máxima produção.

Os resultados dos indicadores econômicos para os cenários de ganho de peso simulados mostraram que o confinamento de bovinos de corte deverá ser uma atividade lucrativa no ano de 2009 e que a estratégia de ganho de 0,90 kg por dia seria a melhor a ser adotada para as condições do exemplo utilizado.

Finalmente, a coerência dos resultados, inclusive quando contrastados com a literatura, demonstra que o procedimento proposto pode ser empregado na análise econômica *ex-ante* da terminação de bovinos em confinamento quando já se tenha definido *a priori* a raça, peso inicial e número dos animais, a duração do processo e as instalações e benfeitorias a serem utilizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). **Energy and protein requirements of ruminants:** an advisory manual prepared by AFRC Technical Committee on responses to nutrients. Wallingford, UK: Commonwealth Agricultural Bureau International, 1993.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2004. 385 p.

BARIONI, G. L.; LANNA, D. P. D.; TEDESCHI, L. O.; VELOSO, R. F. Minimização do custo de produção como critério na formulação de dietas para bovinos de corte. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 97, Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, nov. 2003.

BEEFPOINT. **Pesquisa Top BeefPoint de Confinamentos 2006/07**. 2007. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/?actA=7&areaID=15&secaoID=129¬iciaID=37652>>. Acesso em: 28/12/2007.

BOLSA DE MERCADORIAS E FUTUROS (BM&F). Disponível em: <<http://www2.bmf.com.br/pages/portal/portal/boletim1/BoletimOnline1.asp?caminho=Boletim+Online&type=popup&Acao=BUSCA&cboMercadoria=BGI>>. Acesso em: 07/05/2009.

BOLSA DE MERCADORIAS E FUTUROS (BM&F). **Futuros de Boi Gordo e Bezerro**. São Paulo: BM&F, 2006. 23p. Disponível em: <http://shopping.bmfcead.com.br/pages/instituto/publicacoes/SerieMercados/arquivos/boi_bezerro.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2008.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **Balço e Perspectivas da Agropecuária Brasileira: Pecuária de Corte**. Brasília: Superintendência Técnica da CNA, 2007. 9 p. Disponível em: <[http://www.cna.org.br/cna/publicacao/down_anexo.wsp?tmp.arquivo=E15_18458Apresentação.%20Balço%20e%20Perspectivas%202007-08.PecCorte\(CNA\).pdf](http://www.cna.org.br/cna/publicacao/down_anexo.wsp?tmp.arquivo=E15_18458Apresentação.%20Balço%20e%20Perspectivas%202007-08.PecCorte(CNA).pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2008.

DERESZ, F.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E. **Formação e Utilização de Pastagem de Capim-Elefante**. Juiz de Fora: Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, 2006. 2 p. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite. Instrução Técnica para o Produtor de Leite, 17. Disponível em: <<http://www.cnp.gl.embrapa.br/pastprod/17Instrucao.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2008.

EMBRAPA. **Custo de Produção de Silagem de Milho**. 2007. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/cpsilagemilho.html>>. Acesso em 10 jan. 2008.

FONTES, C. A. A. F. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais Zebuínos e mestiços europeu-Zebu: resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1995. p. 419-455.

IPEADATA. **Taxa de juros - CDB - (% a.m.) - BCB Boletim/M.Finan. - BM12_TJCDBN12**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2008.

JORGE, A. M.; FONTES, C. A. A.; PAULINO, M. F. Ganho de peso e de carcaça, consumo e eficiência alimentar de zebuínos de quatro raças, abatidos em três estágios de maturidade.

In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 105-107.

LANNA, D. P. D.; TEDESCHI, L. O.; BELTRAME FILHO, J. A.. Comparação de modelos lineares e não-lineares de simulação do uso de nutrientes em ruminantes para formulação de dietas que maximizem o retorno econômico. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n.2, p. 479-488, 1999.

LAZZARINI NETO, S.; LAZZARINI, S. G. Estratégias para entressafra. **Pecuária de Corte**, São Paulo, n.51, p.2-3, abr. 1995.

LEME, P. R. et al. Desempenho em confinamento e características de carcaça de bovinos machos de diferentes cruzamentos abatidos em três faixas de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2347-2353, 2000 (suplemento).

LOPES, M.A.; MAGALHÃES, G. P. Análise da rentabilidade da terminação de bovinos de corte em confinamento: um estudo de caso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 3, p. 374-79, 2005a.

LOPES, M. A.; MAGALHÃES, G. P. Rentabilidade na terminação de bovinos de corte em confinamento: um estudo de caso em 2003, na região oeste de minas gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 1039-1044, 2005b.

LOPES, M. A.; SANTOS, G. dos; ROSA, L. V.; LOPES, N. M. Rentabilidade da terminação em confinamento de bovinos de corte castrados e não castrados. **Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa**, v.62, n.4, p. 289-294, 2005.

LOPES, M. A.; SANTOS, G.; MAGALHÃES, G. P.; CARVALHO, F. de M.. Efeito da escala de produção na rentabilidade da terminação de bovinos de corte em confinamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.1, p. 212-17, 2007.

MASSEY FERGUSON. **Cotações Agrícolas**. Disponível em http://www.massey.com.br/portugues/cotacao/cotacao_estadoCultura.asp?codigoProduto=1771&codEstado=MG&dataInicio=7/05/2009&dataFim=7/05/2009. Acesso em 07 abr. 2009.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.23, n.1, p.123-139, abr. 1976.

MF RURAL. **Negócios Rurais**. 2008. Disponível em <http://www.mfrural.com.br/>. Acesso em 07 ab. 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Portaria N° 290**, de 16 de Julho de 1997. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=3841>>. Acesso em 23/09/2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of beef cattle**. 6a ed., Washington, D.C.: National Academy Press, 1984.

NOGUEIRA, M. P. **Custos e Viabilidade do Confinamento Frente aos Preços Baixos**. 2007. Disponível em: <<http://www.coanconsultoria.com.br/images/palestras/Custos%20e%20viabilidade%20do%20confinamento.pdf>>. Acesso em 10/01/2008.

RESENDE FILHO, M. de A. Sistemas de Apoio à Tomada de Decisão Aplicados ao Confinamentos de Bovinos de Corte. In: BARBOSA, P.F.; ASSIS, A.G. de; COSTA, M. A. B. da. (Org.). **Modelagem e simulação de sistemas de produção animal**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2002, p. 140-170.

RESTLE, J. et al. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33 , n. 4, p. 1009-1015, 2004.

TOWNSEND, M. R.; RESTLE, J.; SANCHEZ, L. M. B. Desempenho de animais com diferentes idades em regime de confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24.,1988, Viçosa, MG. **Anais...**Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1988. p.283.

VARIAN, H. R. **Microeconomia**: Princípios Básicos. Tradução da 7ª edição americana. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

WEDEKIN, V. S. P.; BUENO, C. R. F.; AMARAL, A. M. P. Análise econômica do confinamento de bovinos. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 9, p. 123-131, set. 1994.