

# Otimização do Confinamento para Garantir a Qualidade das Carcaças e Maximizar o Lucro

Roberto D. Sainz<sup>1,2</sup>, PhD e Yuri B. Farjalla<sup>3</sup>, M.Sc.

<sup>1</sup>University of California, Davis-EUA; <sup>2</sup>Embrapa, Brasília-DF; <sup>3</sup>Aval Serviços Tecnológicos, Goiânia-GO

## 1. Introdução

### 1.1 Mercado de carne bovina

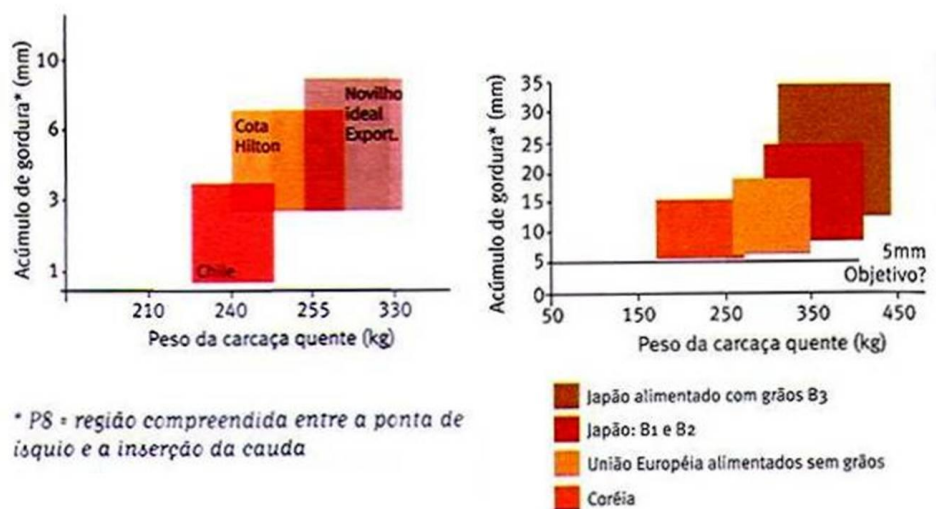
A pecuária de corte no Brasil atravessa um período de mudanças rápidas, com enormes oportunidades e desafios à sua frente. Os mercados internos e externos demonstram tendências de crescimento rápido. A indústria da carne vermelha tem evoluído rapidamente devido à competição com as carnes brancas, principalmente a de suínos e aves. Para competir neste mercado, a pecuária brasileira terá que melhorar os seus índices de produtividade, baixando os custos unitários, e atender as exigências dos consumidores, em relação a segurança alimentar, qualidade do produto, bem-estar animal, e respeito ao meio ambiente.

Em se tratando de tecnificação temos a atividade de confinamento, sendo utilizada como uma ferramenta de incremento de produtividade, mediante aumentos da lotação, do estoque de gado, do aproveitamento das áreas de pastagens, e, em alguns casos, diversificando a produção com implantação de grãos, enfim, remunerando melhor a terra. Existem hoje mais de 1.500 propriedades que realizam a atividade de confinamento no Brasil e cerca de 75% da produção de gado confinado no Brasil está localizada na região centro oeste e em mais dois estados da região sudeste: SP e MG. Na maioria dos casos o confinamento é estratégico, porém há alguns confinamentos muito grandes, com capacidade estática acima de 20 mil animais. No Brasil, os confinamentos apresentam discrepantes níveis tecnológicos, seja por conta da oferta regional de insumos, animais, capacitação da mão de obra, opções de comercialização, clima e cultura da região.

Como em qualquer sistema produtivo, o confinamento possui falhas, sendo a gestão uma delas. Ao longo dos anos os confinamentos comerciais vêm formando os lotes buscando padronizá-los utilizando dois critérios: peso de entrada e raça (Nelore ou cruzados). No entanto, apenas com esse esforço não se tem alcançado índices satisfatórios de padronização,

pois ao longo do período de confinamento, ocorrem grandes variações em ganho de peso, deposição de tecidos e conseqüentemente variações também no rendimento de carcaça em um determinado lote. Este problema ocorre basicamente pelo fato de apenas as duas informações de entrada, peso e raça, não serem capazes de predizerem qual será o comportamento do crescimento do animal na fase de confinamento e qual será a composição da carcaça dos animais a serem entregues à indústria frigorífica.

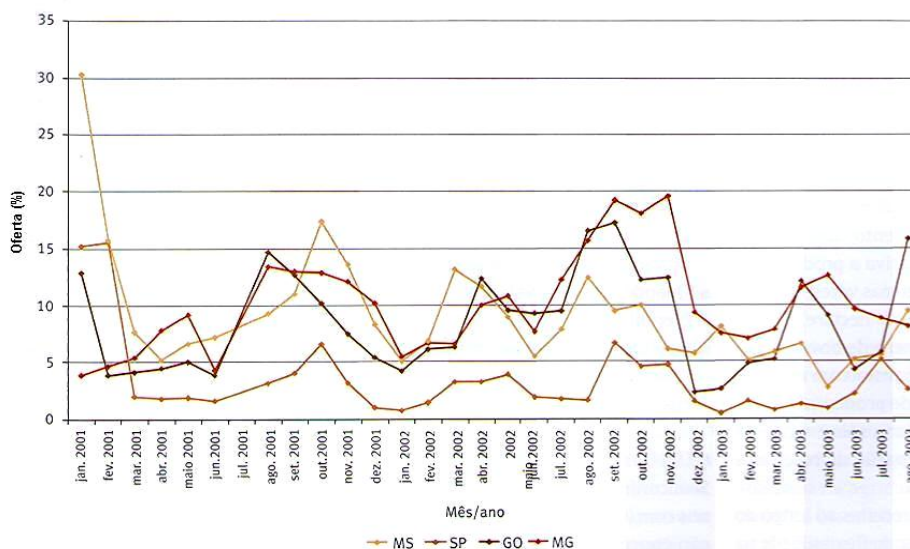
Os preços recebidos ao abate no Brasil são determinados pelo peso da carcaça e o grau de acabamento (gordura subcutânea ou de cobertura). Vários frigoríficos já chegaram a pagar mais por carcaças com pelo menos um mínimo de gordura de cobertura, a qual varia entre 3 e 6 mm. Isto corresponde a uma carcaça com um teor de gordura química de aproximadamente 20 a 24%. Isto se deve ao fato dessa gordura ser importante para garantir a qualidade da carne e evitar uma quebra excessiva no peso durante o resfriamento da carcaça. Os níveis ideais para diversos mercados estão apresentados na Figura 1.



**Figura 1. Exigências de peso e acabamento de carcaça para diversos mercados de exportação. Fonte: Lanna e Almeida, 2005.**

Apesar dessas exigências, o setor pecuário brasileiro não tem sido capaz de suprir essa demanda. Devido a fatores tais como os genótipos (zebuínos), variações climáticas, e o sistema extensivo de produção, a oferta de animais que atingem os critérios mínimos de peso e acabamento geralmente está abaixo de 15% do abate (Figura 2).

OFERTA DE MACHOS CASTRADOS COM ATÉ QUATRO DENTES E MÍNIMO DE 3 A 6 MM DE GORDURA DE COBERTURA, EM RELAÇÃO AO TOTAL DE BOVINO ABATIDOS MENSALMENTE EM UNIDADES DE ABATE EM QUATRO ESTADOS BRASILEIROS



Fonte: Adaptado de Soria, 2005.

**Figura 2. Oferta de animias que atingem os critérios mínimos de peso e acabamento de carcaça. Fonte: Lanna e Almeida, 2005.**

### 1.2 Custo da heterogeneidade

Para o frigorífico, a heterogeneidade, e principalmente a baixa oferta de carcaças que atingem os critérios mínimos de qualidade, apresentam desafios importantes na conquista e retenção de clientes e mercados. Para o produtor (invernista ou confinador), o desafio consiste em definir um único sistema de manejo e produção ideal, sendo que os animais são altamente variáveis. A heterogeneidade se apresenta como variações em:

- Tipo racial / biológico
- Idade
- Nutrição / manejo prévios
- Consumo
- Ganho de peso
- Acabamento

Estratégias para lidar com essa variabilidade no confinamento incluem:

- Apartação por peso
- “Descascar” os currais – retirando aqueles animais que apresentam maior acabamento

- Confinar por um tempo maior para garantir peso e acabamento mínimos
- Software para tomada de decisões

As primeiras três opções possuem desvantagens sérias: a apartação por peso é pouco eficaz, o manejo repetido dos animais afeta negativamente o seu desempenho, e o confinamento por tempo maior implica um custo de produção mais elevado. Existe portanto uma necessidade por um sistema de tomada de decisões para otimizar a terminação de animais de forma individual. Tal sistema somente pode ser contemplado com a combinação de um entendimento da biologia do crescimento com técnicas objetivas de avaliação fenotípica e de simulação matemática.

### 1.3 Biologia do crescimento e composição corporal

O crescimento animal exhibe propriedades alométricas, isto é, os componentes corporais não crescem ao mesmo ritmo. Geralmente, dos componentes da carcaça o esqueleto cresce mais cedo, seguido da musculatura, e finalmente do tecido adiposo ou gordura. Desta maneira, a gordura é depositada por último, fazendo jus ao seu nome de “acabamento”. Ela também serve como indicador da maturidade fisiológica do animal. Animais com tamanhos adultos diferentes encontram-se em estágios fisiológicos diferentes ao mesmo peso corporal. Por exemplo, dois bovinos de pesos adultos de 525 kg (frame score 5) e 600 kg (frame score 7) atingiriam composições químicas corporais similares em pesos diferentes (Figura 4).

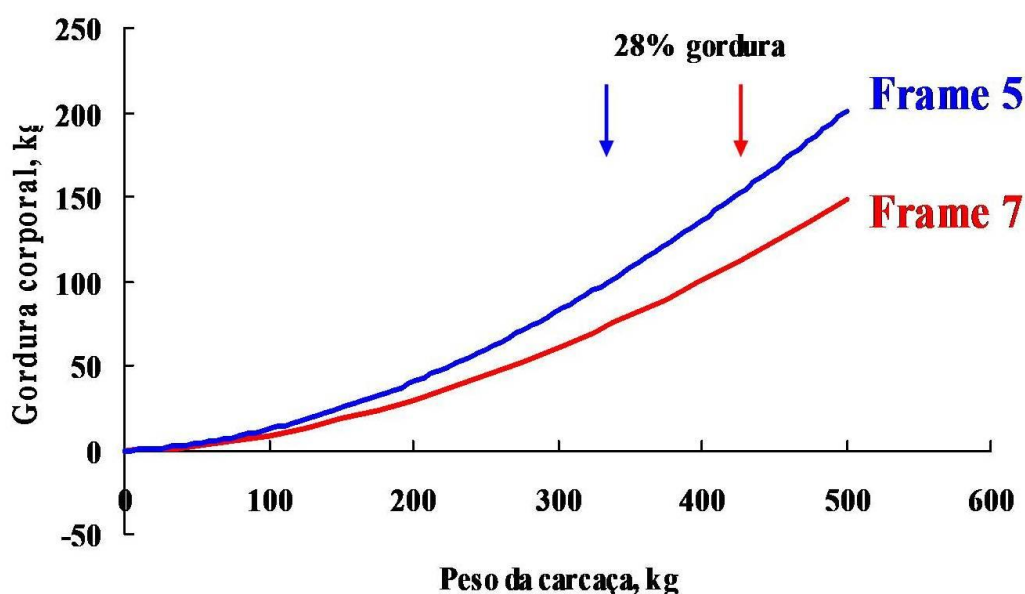
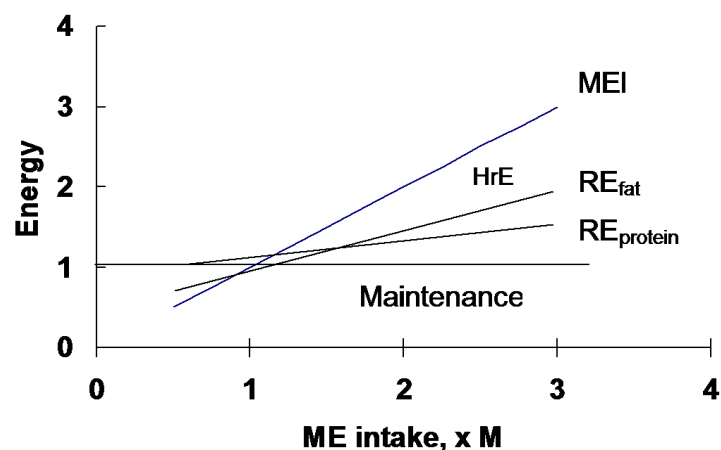


Figura 4. Crescimento alométrico e acúmulo de gordura

Além do fator genético de tamanho adulto, a nutrição também exerce um papel fundamental no acúmulo de gordura no corpo do animal. Isto porque, a gordura é o depósito de energia do corpo, e somente é depositada quando há energia alimentar disponível depois de suprir as necessidades para a manutenção e o crescimento dos tecidos magros (proteína) (Baldwin e Sainz, 1995). Dessa forma, a quantidade e a proporção de gordura no ganho irá depender da disponibilidade de energia alimentar (Figura 5), o que explica a resposta rápida do ganho e acabamento quando os animais são terminados em confinamento com dietas à base de concentrados. Existem muitos outros fatores que afetam o padrão de crescimento e da composição corporal em bovinos. Dentre estes estão a idade, o sexo, estado hormonal, estado de saúde, o uso de anabolizantes, e de aditivos alimentares (NRC, 2000; Pádua et al., 2004; McPhee et al., 2006).



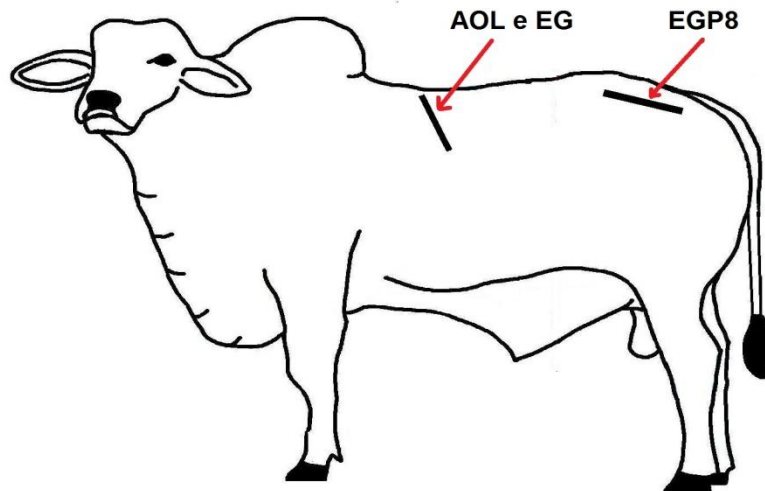
**Figura 5. Retenção de energia (RE) em proteína (RE<sub>protein</sub>) e gordura (RE<sub>fat</sub>), em resposta ao consumo de energia metabolizável (ME intake)**

#### 1.4 Ultrassonografia

Tradicionalmente, a composição corporal e da carcaça somente podia ser avaliada após o abate do animal. Mais recentemente, a ultrassonografia em tempo real (USTR) tem-se desenvolvido como uma ferramenta objetiva e não-invasiva, com um custo muito menor, para estimar a musculosidade, cobertura de gordura, marmoreio e rendimento de carne à desossa (Herring et al., 1998; Wilson et al., 1998). As características da carcaça que podem ser medidas no animal vivo por ultrassonografia (Figura 6) são:

- Área do olho do lombo (AOL)

- Gordura de cobertura (EG)
- Gordura da garupa (P8)
- Percentagem de gordura intramuscular ou Marmoreio



**Figura 6. Locais das medidas de ultrassom**

A USTR é amplamente utilizada nos principais países produtores de carne (EUA, Brasil, Austrália, etc.) para a seleção genética para qualidade de carcaça (Herring et al., 1998; Wilson et al., 1998). Até hoje, tem sido pouco utilizada para a tomada de decisões de manejo dos animais, quiçá porque ela mede apenas o fenótipo atual do animal. Porém, alguns estudos já demonstraram que as duas metodologias, de avaliação fenotípica objetiva pela USTR, aliada a um modelo de simulação, aplicadas na entrada ao confinamento, são capazes de segregar os animais em lotes de composição mais homogênea ao abate (Sainz e Oltjen 1994; Sainz et al., 1995).

#### *1.4 Modelagem*

Haja vista que existem muitos fatores que influenciam o crescimento e a composição corporal em bovinos, podemos supor que os mesmos fatores afetarão a composição e a qualidade da carcaça. A multiplicidade de fatores, e as suas mudanças no tempo, indicam que para compreender e prever os seus efeitos é necessário lançar mão de técnicas avançadas de modelagem e simulação. Basicamente, um modelo pode ser definido como uma abstração de uma parte da realidade, que serve de ferramenta para estudar e prever mudanças no sistema real. Uma maquete de um prédio, por exemplo, permite que um comprador visualize como

ficará o condomínio onde irá morar – este é um modelo físico. No caso dos modelos de simulação, trata-se de um conjunto de equações matemáticas que representam os componentes do sistema e as suas interações (Tedeschi et al., 2005).

### Definições

- Modelo: representação abstrata de um sistema
- Sistema: conjunto de elementos que interagem entre si; este tem limites, entradas e saídas
- Simulação: o processo de aplicar um modelo para previsão de respostas a determinadas combinações de entradas

Existem várias formas de equações clássicas para descrever o crescimento (Sainz e Baldwin, 2003). Existem também os sistemas de alimentação, como o NRC (2000), que representam os efeitos de raça, sexo, idade e nutrição de forma estática, sem incluir o fator tempo. Há modelos mais sofisticados, que incluem os efeitos genéticos e nutricionais, entre outros, através do tempo, no crescimento e na composição de bovinos de corte (Oltjen et al., 1986; Sainz e Hasting, 2000; Oltjen e Sainz, 1995; Garcia et al., 2008). Hoje em dia, estes modelos mais sofisticados são capazes de simular a curva de crescimento de um bovino de corte, incluindo os efeitos de raça, regime alimentar e manejo. Esta capacidade abre as portas para a sua utilização como ferramentas para auxílio à tomada de decisões, desde que adaptado para os genótipos e as condições locais (Sainz et al., 2006).

## **2. Objetivos**

Desenvolver uma ferramenta para auxílio à tomada de decisões, capaz de avaliar os animais na entrada ao confinamento fenotipicamente, e prever o seu desempenho e composição final. A ferramenta poderá ser utilizada para definir lotes ao início do confinamento, que serão mais homogêneos na sua composição ao final.

## **3. Metodologia**

### *3.1 Software*

Foi desenvolvido um *software*, o Nanobeef<sup>®</sup>, e este software é parte de um sistema de otimização de lotes em confinamento (Sistema Aval). O “motor de inferência” para o sistema é um modelo de crescimento e composição corporal do bovino de corte. Neste sistema, o gado é apartado na entrada ao confinamento. Cada animal passa por uma avaliação que inclui

o sexo, tipo racial, peso, altura (frame score, ou tamanho adulto), e gordura de cobertura (por USTR), e o software projeta a sua curva de crescimento até atingir critérios de carcaça pré-determinados. Os lotes são definidos baseado nos dias esperados para atingir o peso e a composição ideal de carcaça. O gado pode ser re-apartado após um período intermediário, para maior precisão.

O Nanobeef<sup>®</sup> tem as seguintes características:

### INPUTS

- Comerciais
  - Custo da(s) dieta(s)
  - Custo dos animais
  - Peso ideal da carcaça
  - Acabamento ideal da carcaça
- Biológicos
  - Composição da(s) dieta(s)
  - Peso inicial
  - Sexo
  - Raça
  - Frame
  - Gordura subcutânea (ultrassom)

### OUTPUTS

- Dias até o abate
- Peso da carcaça
- Gordura de cobertura
- Marmoreio (?)
- Lucro/dia



O Nanobeef é uma ferramenta que otimiza recursos de diárias de confinamento e também a utilização da carcaça dos animais, com predições do peso ótimo de abate por animal e lote. O software também visa a uniformização do acabamento de carcaça ao abate. Outra contribuição significativa da tecnologia está no auxílio na logística de insumos, com as predições de diárias e auxílio na comercialização, com predições antecipadas dos abates. Fica claro que a utilização do Software Nanobeef para a formação de lotes homogêneos de animais em confinamentos se justifica pelo fato dele contribuir efetivamente para a produção de carne de qualidade de maneira sustentável garantindo mais satisfação ao mercado consumidor e mais lucro ao produtor.



Figura 7. Tela inicial – software Nanobeef<sup>T(c)</sup>

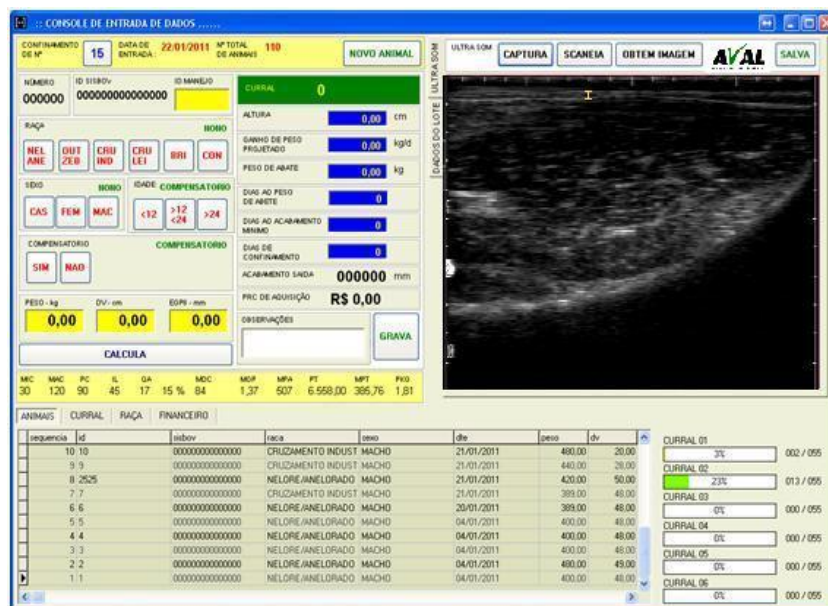


Figura 8. Tela individual – software Nanobeef<sup>©</sup>

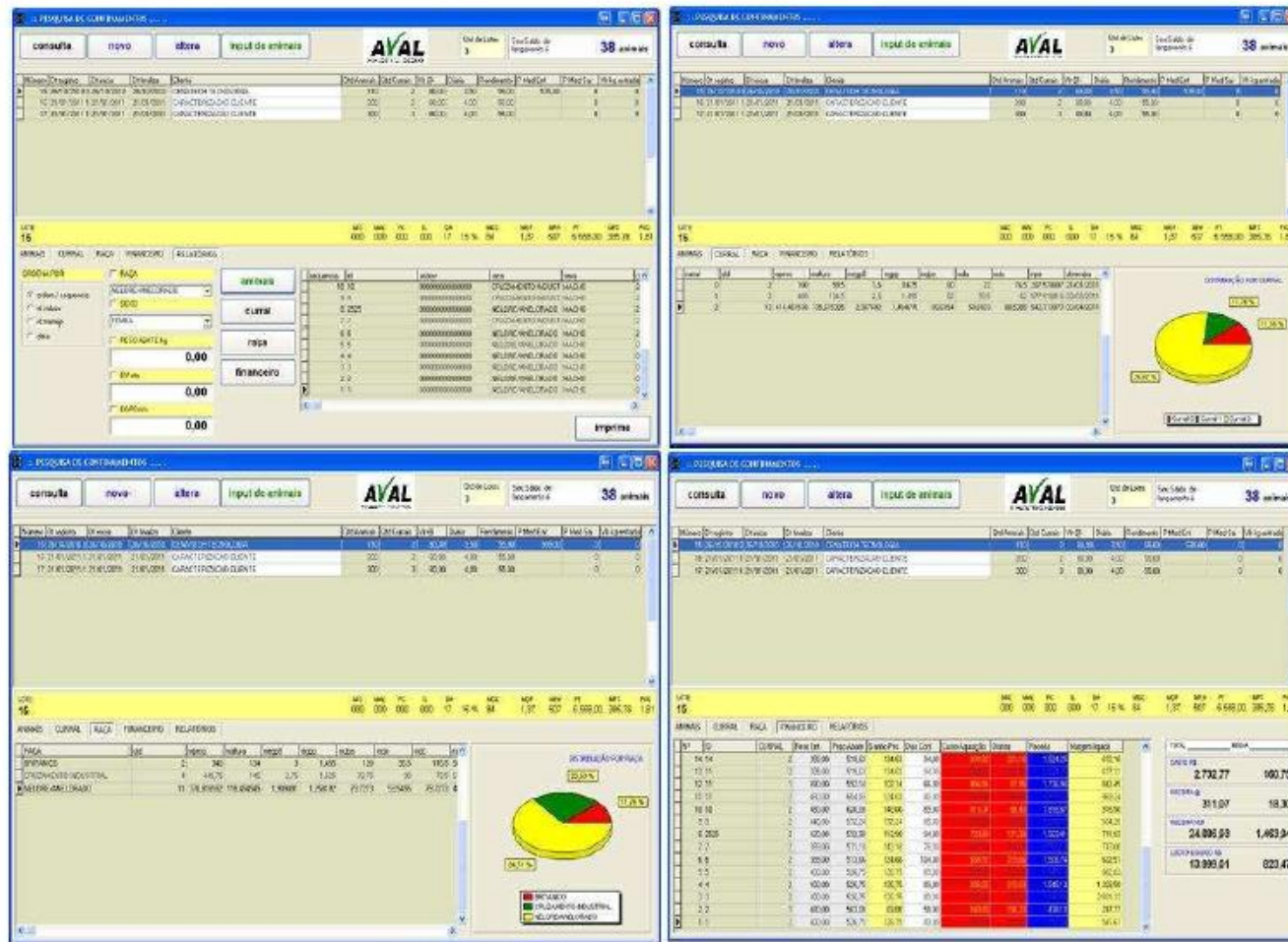


Figura 9. Relatórios – Software Nanobeef®

Estes relatórios possibilitam que o confinador tenha a informação antecipada, ou seja, o que cada animal e cada lote irá apresentar em peso de abate; gordura de acabamento, assim como dias de confinamento. Além de ilustrar o potencial produtivo dos animais avaliados, esses dados permitem tomadas de decisão importantes e estratégicas para negociação.

### *3.2 Experimento Fazenda Nova Esperança*

Foi conduzido um trabalho na Fazenda Nova Esperança (Prop. Carlos Alberto de Oliveira Filho) de Nova Crixás, GO. O confinamento contava com assessoria nutricional da Nutron. Os animais eram da própria fazenda, ou comprados, e apresentavam as variações raciais e fenotípicas que são normais no setor. O trabalho contou com 1.263 bovinos, provenientes de recria extensiva a pasto. Foram confinados em 12 currais, e alimentados com uma dieta à base de silagem de capim (62% NDT, 6% proteína bruta) e concentrado peletizado. Na entrada ao confinamento, sete lotes foram apartados usando o sistema Aval e cinco foram apartados visualmente conforme a metodologia tradicional da fazenda.

Os animais foram abatidos em frigoríficos da região (Independência, Bertin, Marfrig), de acordo com as previsões do software, ou com a avaliação visual do administrador, respectivamente. Quando possível, foram coletadas informações detalhadas das carcaças. Até o momento, resgatamos dados referentes a oito lotes (cinco apartados pelo Sistema Aval, e três visualmente) contendo 848 animais.

#### 4. Resultados

Os dados de entrada e de saída dos animais estão apresentados nas Figuras 9 e 10, e na Tabela 1. Cada lote exibiu variação nas características iniciais.

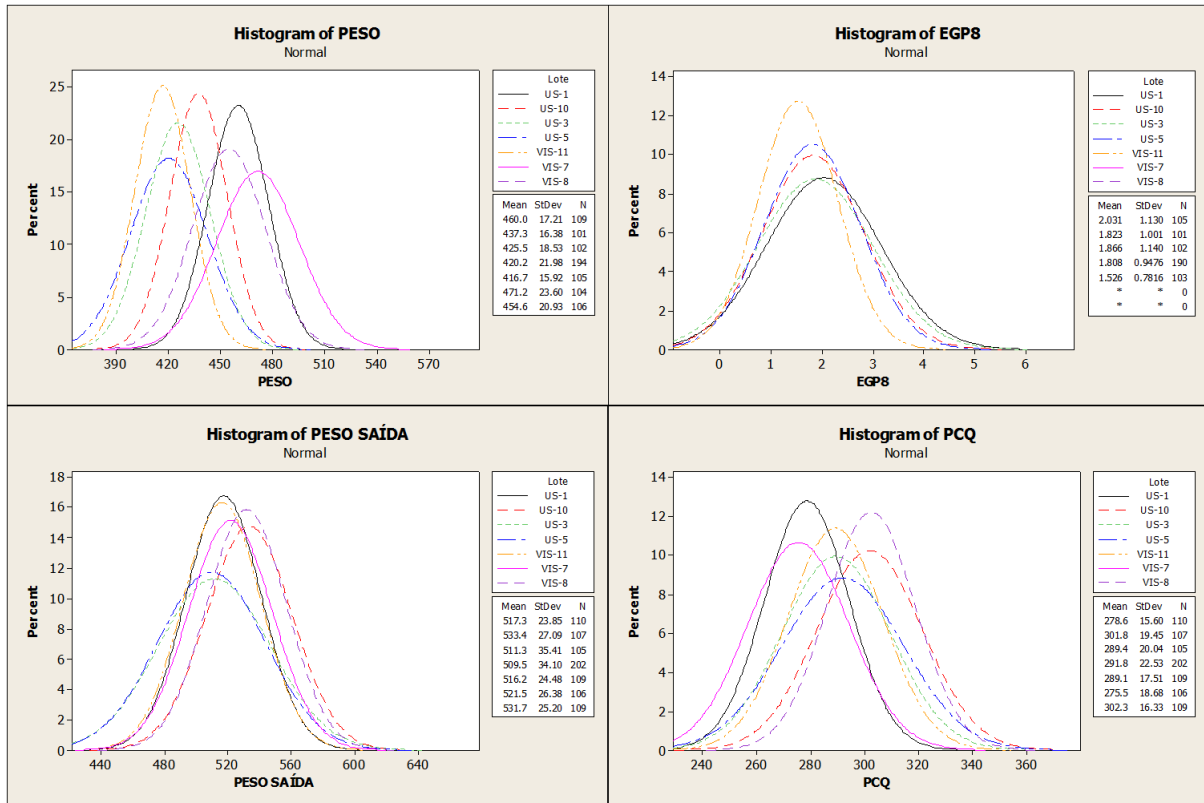


Figura 9. Pesos e espessuras de gordura P8 de entrada e pesos de saída e da carcaça dos lotes apartados pelo Nanobeef (US) ou visualmente (VIS)

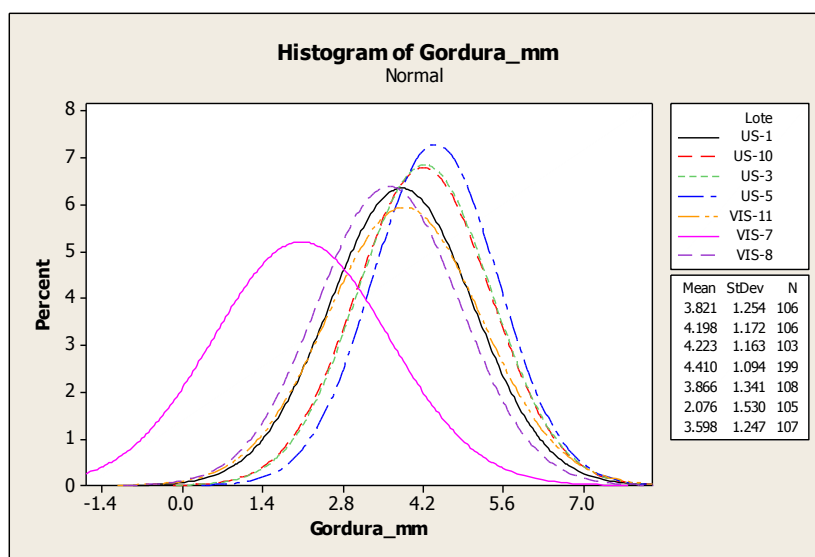


Figura 10. Distribuição de gordura de acabamento dos lotes apartados pelo Nanobeef (US) ou visualmente (VIS)

Os animais entraram no confinamento com pesos médios ao redor de 440 kg, 138 cm de altura e 2 mm de gordura. Após períodos variando de 42 a 94 dias, foram abatidos com médias de pesos corporais de 506 a 533 kg, pesos de carcaça de 275 a 302 kg, e gordura de cobertura de 2,1 a 4,4 mm.

Os lotes que foram apartados pelo Sistema Aval apresentaram médias de gordura maiores que os lotes apartados visualmente (4,2 vs. 3,2 mm, respectivamente). Além disso, 68% dos lotes US apresentaram gordura de cobertura superior a 4 mm, o dobro da percentagem apresentada pelos lotes apartados visualmente (34%). Desta maneira, o Sistema Aval de otimização de lotes permitiu que esses lotes fossem mais valorizados pelos diversos sistemas de premiação dos frigoríficos.

## **5. Conclusões**

A variabilidade dos animais em confinamento causa problemas de manejo, custos elevados, e qualidade de carcaça inferior. Estes problemas podem ser minimizados pela formação inicial de lotes mais homogêneos (ao final). Esta otimização pode ser conduzida utilizando um sistema auxiliado por um software de tomada de decisão baseado na metodologia de modelos de simulação, aliado à tecnologia de ultrassonografia em tempo real. Os lotes assim formados são mais homogêneos no momento de abate, e têm um grau de acabamento mais adequado às necessidades do mercado. Em confinamentos que já aderiram à tecnologia Nanobeef foi constatada significativa redução de custos de diárias de cocho, padronização do ganho de peso diário e dos níveis de gordura de acabamento e melhoria do rendimento de carcaça. Além disso, o Software Nanobeef identifica os animais não-viáveis economicamente, sugerindo que o mesmo não seja confinado, reduzindo os riscos da atividade.

**Tabela 1. Dados de entrada e saída dos lotes apartados pelo Sistema Aval (US) ou visualmente (VIS)**

Apartação	Lote	N	Dias	Inicial			Final			
				Peso, kg	EGP8, mm	Altura, cm	Peso, kg	Peso carcaça, kg	Gordura, mm	% carcaças com > 4 mm
US	1	110	60	460	2,0	136	517	279	3,8	53
	3	105	84	425	1,9	138	511	289	4,2	69
	4	102	84	427	1,9	138	513	290	4,4	76
	5	100	94	414	1,7	140	506	293	4,4	76
	10	107	74	437	1,8	138	533	302	4,2	68
	<i>Média</i>	524	79	433	1,9	138	516	291	4,2	68
	<i>Desvio padrão</i>		12	24,6	1,0	3,9	32	21,4	1,2	-
Visual	7	106	42	471	-	-	522	275	2,1	6
	8	109	60	455	-	-	532	302	3,6	44
	11	109	76	417	1,5	139	516	289	3,9	53
	<i>Média</i>	324	59	447	1,5	139	523	289	3,2	34
	<i>Desvio padrão</i>		14	30,6	0,8	4,0	26	20,6	1,6	-

## 6. Referências

Baldwin, R. L., e R. D. Sainz. 1995. Energy partitioning and modeling in animal nutrition. *Annual Reviews in Nutrition* 15:191-211.

Garcia, F., R. D. Sainz, J. Agabriel, L. G. Barioni, e J. W. Oltjen. 2008. Comparative analysis of two dynamic mechanistic models of beef cattle growth. *Animal Feed Science and Technology* 143:220–241.

Herring, W. O., L. A. Kriese, J. K. Bertrand, e J. Crouch. 1998. Comparison of four real-time ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle. *Journal of Animal Science* 76:364-370.

Lanna, D. P. D., e R. Almeida. 2005. A terminação de bovinos em confinamento. *Visão Agrícola* 3:55-58.

McPhee, M. J., J. W. Oltjen, T. R. Famula, e R. D. Sainz. 2006. Factors affecting carcass characteristics of feedlot steers: a meta-analysis. *Journal of Animal Science* 84:3143-3154.

NRC (National Research Council). 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 7th rev. edn. National Academy Press, Washington, DC.

Oltjen, J. W. e R. D. Sainz. 1995. Mechanistic, dynamic models of growth. Em: Baldwin, R.L. (ed.) *Modelling Ruminant Digestion and Metabolism*. Chapman & Hall Ltd. Scientific, London, pp. 441–468.

Oltjen, J. W., A. C. Bywater, R. L. Baldwin, e W. N. Garrett. 1986. Development of a dynamic model of beef cattle growth and composition. *Journal of Animal Science* 62:86–97.

Pádua, J. T., C. U. Magnabosco, R. D. Sainz, E. S. Miyagi, C. S. Prado, J. Restle, e L. S. Resende. 2004. Genotype and sex condition on performance and carcass characteristics of young beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33 (Suppl. 3):2330-2342.

Sainz, R. D. e R. L. Baldwin. 2003. Mathematical models of growth. Em: (Scanes, C. G., Ed.) *Biology of Growth of Domestic Animals*, pp. 214-219. Iowa State Press / Blackwell, Ames, IA.

Sainz, R. D., e E. Hasting. 2000. Simulation of the development of adipose tissue in beef cattle. Em: (McNamara, J. P., J. France, and D. E. Beever, Eds.) *Modelling Nutrient Utilization in Farm Animals*, pp. 175-182. CAB International, Wallingford, U.K.

Sainz, R. D., e J. W. Oltjen. 1994. Improving uniformity of feeder steers using ultrasound and computer modelling. *Proceedings of the American Society of Animal Science, Western Section* 45:179-181.

Sainz, R. D., L. G. Barioni, P. V. Paulino, S. C. Valadares Filho, e J. W. Oltjen. 2006. Growth patterns of Nellore vs. British beef cattle breeds assessed using a dynamic, mechanistic model of cattle growth and composition. Em: *Nutrient Digestion and Utilization in Farm Animals: Modelling Approaches* (Kebreab, E., J. Dijkstra, A. Bannink, W. J. J. Gerrits, and J. France, Eds.) pp. 160-170. CAB International, Wallingford, UK.

Sainz, R. D., J. G. Smith, I. Garnett, e Y. B. Lee. 1995. Use of ultrasound and computer modeling to predict days on feed and improve beef carcass uniformity. Proceedings of the American Society of Animal Science, Western Section 46:148-150.

Tedeschi, L. O., D. G. Fox, R. D. Sainz, L. G. Barioni, S. R. Medeiros, e C. Boin. 2005. Using mathematical models in ruminant nutrition. *Scientia Agricola* 62:76-91.

Wilson, D. E, G. H. Rouse, G. H. Graser, e V. Amin. 1998. The prediction of carcass traits using live animal ultrasound. Beef Research Report, Iowa State University. A. S. Leaflet R1530.