

BCBCM

O Modelo de Composição Corporal de Gado de Corte para Predizer a Composição de Bovinos em Crescimento

(Beef Cattle Body Composition Model)

Histórico, Ciência e Guia do Usuário

Versão 2.0.1, revisão 3

Luís Orlindo Tedeschi

https://www.nutritionmodels.com

20 de novembro de 2026

Sobre este documento

Direitos autorais. © 1997–2027 Luís Orlindo Tedeschi. Todos os direitos reservados. Este documento acompanha o programa BCBCM e pode ser copiado e distribuído com ele.

Transparência. Este documento foi escrito com o apoio de um assistente de inteligência artificial (um *chatbot*) e a partir dos artigos, da dissertação e dos programas do Dr. Tedeschi, que revisou e aprovou o conteúdo.

Idioma. O programa funciona em português e em inglês (menu Ferramentas > Idioma). Este documento mostra as telas e usa os nomes dos menus, janelas e campos em português; a versão em inglês faz o mesmo com o programa em inglês. As telas foram feitas com o banco de dados de exemplo do MCCGC (MCCGC.MDB), que o BCBCM abre como está; os seus quatro animais são os mesmos do BCBCM.MDB, que traz os nomes em inglês.

Conflito de interesses. O BCBCM está disponível em https://www.nutritionmodels.com. As suas taxas de registro são mantidas no mínimo necessário para manter o programa e hospedar o site. O Dr. Tedeschi declara não haver outro conflito de interesses.

Financiamento e desenvolvimento. O BCBCM, previamente MCCGC, foi desenvolvido pelo Dr. Tedeschi, a partir de 1997, na ESALQ/USP. Ele escreveu o seu código, inclusive os modelos de crescimento da biblioteca *Growth.dll*, que o BCBCM compartilha com seus outros programas (o modelo de Williams, o modelo de crescimento do CVDS, *Cattle Value Discovery System*, (Tedeschi et al., 2004), e o modelo da Universidade da Califórnia em Davis, (Oltjen et al., 1986a; Oltjen et al., 1986b)), em computadores e com programas que adquiriu para esse fim, e nenhum recurso externo financiou a sua programação. Seus cargos nas universidades foram de ensino e pesquisa em nutrição de ruminantes; os programas, ele os escreveu em seu tempo livre. As raízes deste programa, como as de todos os seus modelos, remontam à sua graduação na ESALQ/USP, onde as disciplinas de programação linear, pesquisa operacional, nutrição animal e estatística encontraram a sua paixão pelos microcomputadores, e parte do código que escreveu chegou aos seus programas. Seus estudos também foram autofinanciados.

Isenção de responsabilidade. O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o seu Serviço de Pesquisa Agrícola (ARS) e o *U.S. Meat Animal Research Center* (MARC) não financiaram nenhuma parte do desenvolvimento do MCCGC ou do BCBCM. As mensagens do Dr. Charles B. Williams transcritas na seção 1.1 são correspondência científica pessoal, reproduzida como registro histórico; elas não representam a posição nem as políticas do USDA e não constituem endosso ou aprovação do MCCGC ou do BCBCM pelo USDA ou por qualquer um dos seus órgãos. Nem a Universidade de São Paulo, nem a Cornell University, nem a Texas A&M University financiaram a escrita do código do MCCGC ou do BCBCM.

Como citar. Tedeschi, L. O. 2026. O Modelo de Composição Corporal de Gado de Corte (BCBCM) para predizer a composição de bovinos em crescimento: Histórico, ciência e guia do usuário. Versão 2.0.1, revisão 3. Zenodo. College Station, TX. Disponível em: https://www.nutritionmodels.com/bcbcm.html. Acesso em: [Data de acesso]. doi: 10.5281/zenodo.24405706

Sobre o autor. Luís Orlindo Tedeschi é professor de Nutrição de Ruminantes no Departamento de Ciência Animal da Texas A&M University, onde trabalha desde 2005, e professor honorário da Universidade de Sassari, Itália. É engenheiro agrônomo pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP, 1991), onde também fez o mestrado (1996), e doutorou-se em Ciência Animal pela Cornell University em 2001, onde ficou como pós-doutorando e pesquisador associado até 2005. Sua pesquisa é em nutrição de ruminantes, sobre o suprimento e as exigências de energia e nutrientes de bovinos, ovinos e caprinos, e foi citada mais de 19.000 vezes. É Fellow da American Society of Animal Science e foi bolsista Fulbright. Aprendeu a programar no Centro de Informática na Agricultura (CIAGRI) da ESALQ, onde, a partir de 1988, fez cursos de Pascal, BASIC estruturado, Lotus 1-2-3, dBase e SAS e, como estagiário, ajudou outros usuários com os seus programas. Lê, fala e escreve português e inglês, se vira em espanhol e desde então acrescentou à lista Visual Basic, R, Python e Mathematica, linguagens que usa sobretudo à noite e nos fins de semana. Tem a firme convicção de que todo modelo está errado, e a igualmente firme esperança de que os seus sejam úteis.

Sumário

1. Como o programa começou 6
1.1 A correspondência com Charles B. Williams (1995–2004) 7
2. A ciência por trás do modelo 11
3. Guia do usuário 12
3.1 Abertura 12
3.2 Arquivos 13
3.3 Dados > Cadastramento 13
3.4 Dados > Crescimento 14
3.5 Dados > Configuração 14
3.6 Dados > Simulações 14
3.7 Ferramentas > Regressão 15
3.8 Ajuda 15
3.9 Quando algo dá errado 15
3.10 Onde ficam os arquivos 16
4. Um exemplo: Hereford e Charolais, a pasto e em terminação 16
5. Exemplos de raças: os 17 tipos biológicos de Williams et al. (1995a) 18
Referências 20
Figuras 23

Índice de ilustrações

Tabelas

Tabela 1. Dados informados para os quatro animais do exemplo. 16
Tabela 2. Resultados da simulação dos quatro animais com o BCBCM. 17
Tabela 3. Parâmetros dos 17 tipos biológicos ((Williams et al., 1995a), Tabela 5) como informados em Breed examples.MDB, e a gordura do corpo vazio ao abate, observada e simulada pelo BCBCM. 18
Tabela 4. Períodos de crescimento informados para os 17 tipos biológicos, em peso vivo vazio, derivados da Tabela 3 de Williams et al. (1995a). 19

Figuras

Figura 1. Tela de abertura do BCBCM. Os números de licença e de cadastro estão cobertos de cinza, por privacidade. 23
Figura 2. Janela principal do BCBCM, com o menu Arquivos e o submenu Banco de dados. 23
Figura 3. Cadastramento dos animais. 24
Figura 4. Períodos de crescimento e pontos de saída de cada animal. 24
Figura 5. Parâmetros do modelo: (a) aba Simulação; (b) aba Crescimento. 25
Figura 6. Simulação dos quatro animais do banco de dados de exemplo. 25
Figura 7. Gordura corporal ao longo do tempo, para as quatro simulações: (a) a janela de gráfico do programa; (b) a figura desenhada pelo R. 26
Figura 8. Regressão polinomial. 26
Figura 9. Janela Sobre. Os números de licença e de cadastro estão cobertos de cinza, por privacidade. 27
Figura 10. Gordura corporal em função do peso vazio dos quatro animais, desenhada pela planilha Williams simulation.xlsx. 27

Lista de siglas

ARS = Serviço de Pesquisa Agrícola (*Agricultural Research Service*); BCBCM = *Beef Cattle Body Composition Model*; CIAGRI = Centro de Informática na Agricultura; CNCPS = *Cornell Net Carbohydrate and Protein System*; CVDS = *Cattle Value Discovery System*; DECI = *Decision Evaluator for the Cattle Industry*; ELg = energia líquida de ganho, Mcal/dia; ELm = energia líquida de mantença, Mcal/dia; ESALQ = Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"; MARC = *U.S. Meat Animal Research Center*; MBCSM = *MARC Beef Cattle Systems Model*; MCCGC = Modelo de Composição Corporal de Gado de Corte; MD = matéria desengordurada, kg; NRC = *National Research Council*; PVv = peso vivo vazio, kg; USDA = Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*U.S. Department of Agriculture*); USP = Universidade de São Paulo.

Resumo

Este documento é o histórico, a ciência e o guia do usuário do Modelo de Composição Corporal de Gado de Corte (BCBCM, Beef Cattle Body Composition Model), versão 2.0.1, um programa para Windows, em português e em inglês, que prediz a composição corporal de bovinos em crescimento (peso vivo vazio, matéria desengordurada e gordura) a partir do seu crescimento e do seu plano nutricional. O seu modelo é o modelo pós-desmama do MARC Beef Cattle Systems Model (Keele et al., 1992; Williams, 1995), que divide o peso vivo vazio em matéria desengordurada e gordura e acompanha ambas ao longo do tempo, com uma resposta defasada às mudanças na nutrição, o que ajuda a explicar o crescimento compensatório. O primeiro capítulo traça a história do programa desde o código em FORTRAN que Charles B. Williams enviou em 1995, passando pelo MCCGC, escrito na ESALQ/USP em 1997, até o BCBCM, citando a correspondência de 1995 a 2004. O segundo descreve o modelo, as suas premissas e parâmetros, e o cálculo da energia líquida de manutenção e de ganho. O terceiro é um guia do usuário para todas as janelas do programa, e o quarto apresenta exemplos de novilhos Hereford e Charolês, tanto a pasto quanto em confinamento. A revisão 2 (30 de outubro de 2026) acompanha o modelo de rebanho que Williams anunciava em 1997 até se tornar o Decision Evaluator for the Cattle Industry (DECI). O projeto nasceu em 1995 na National Cattlemen's Association, foi desenvolvido pelo USDA-ARS a partir de 1996 e lançou as versões 1.0, em 1998, e 2.0, em 1999 (Hardin, 1998; Dunn et al., 1999). A revisão 2 também acrescenta uma lista de siglas, cita as suas fontes como referências ativas e transforma cada endereço da internet em um link. As figuras das janelas (Figuras 1 a 9) foram refeitas em 9 de novembro de 2026, com o número de cadastro coberto em cinza, por questões de privacidade. A revisão 3 (20 de novembro de 2026) descreve o novo menu *Ferramentas > Registros*, que liga ou desliga o registro de erros e os relatórios de inicialização, mostra o número de licença nas figuras da tela de abertura e da janela Sobre (Figuras 1 e 9), acrescenta este resumo, uma seção sobre o que fazer quando algo dá errado e uma referência que faltava, e passa o documento para o formato carta (US Letter).

1. Como o programa começou

O **BCBCM** (*Beef Cattle Body Composition Model*) é o nome que o **MCCGC**, Modelo de Composição Corporal de Gado de Corte, recebeu em 2026, na versão 2.0.1, quando passou a funcionar também em inglês. O programa é o mesmo, e a sua história, contada nesta seção, é a do MCCGC, nome com que ele aparece aqui.

O MCCGC foi concebido para responder a uma pergunta recorrente na produção de bovinos de corte: por que animais de mesmo peso vivo podem apresentar quantidades tão diferentes de gordura corporal?

A origem do programa está na dissertação de mestrado do Dr. Tedeschi, defendida em 1996 na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (**ESALQ**), Universidade de São Paulo, sobre as curvas de crescimento de bovinos da raça Guzerá e de seus cruzamentos, criados a pasto com e sem suplementação (Tedeschi, 1996; Tedeschi et al., 1999; Tedeschi et al., 2000a; Tedeschi et al., 2000b; Tedeschi et al., 2002). Naquele trabalho, funções não lineares foram ajustadas aos pesos dos animais, do nascimento à maturidade, de modo a resumir o crescimento em poucos parâmetros de interpretação biológica: o peso adulto, a taxa de maturidade e um parâmetro de integração associado ao peso ao nascer.

Desse estudo decorreu o interesse pela composição corporal dos animais em crescimento. Em 1997, o Dr. Tedeschi escreveu o ensaio "Algumas considerações sobre crescimento e composição de bovinos de corte", no qual as curvas de crescimento foram usadas para discutir o grau de maturidade, definido como a razão entre o peso atual e o peso adulto. A conclusão daquele ensaio tornou-se a premissa central do programa: animais de tamanho adulto diferente não apresentam a mesma composição corporal ao mesmo peso, porque se encontram em graus de maturidade distintos, e animais de maior taxa de maturidade depositam mais gordura à mesma idade.

A base para quantificar essa composição foram os artigos de Keele et al. (1992) e Williams et al. (1992), do *Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center* (**MARC**), do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (**USDA**), em Clay Center, Nebraska, já citados na dissertação (Tedeschi, 1996). Esses artigos descrevem um modelo dinâmico, formulado em equações diferenciais, que prevê como o nível nutricional altera a composição do ganho de peso vazio, e o avaliam com dados de oito experimentos. O grupo do Dr. Williams havia programado esse modelo em FORTRAN, no **MBCSM**, *MARC Beef Cattle Systems Model* (Williams, 1995), e enviou o programa ao Dr. Tedeschi em abril de 1995 (seção 1.1). O autor o traduziu para QBASIC e, em seguida, para Visual Basic; o resultado é o MCCGC, Modelo de Composição Corporal de Gado de Corte, cuja primeira versão data de outubro de 1997. O objetivo original era avaliar o efeito dos períodos de restrição alimentar e de realimentação, o ganho compensatório, a que estão sujeitos os bovinos criados a pasto até o peso de abate. Elementos do MCCGC foram posteriormente incorporados ao modelo de crescimento do **CVDS**, o *Cattle Value Discovery System* (Tedeschi, 2026; Tedeschi and Fox, 2020a, b; Tedeschi et al., 2004).

O banco de dados de exemplo distribuído com o programa contém os quatro casos do arquivo de dados de exemplo que Charles B. Williams, um dos autores do modelo, enviou com o código em abril de 1995 (seção 1.1): novilhos Hereford e Charolais, cada um criado a pasto e em terminação. A estrutura desse exemplo, ganho constante até a desmama seguido de uma curva quadrática de peso na terminação, em um sistema acelerado e em um sistema convencional, é a das simulações de Williams and Bennett (1995), e os valores

seguem os dos novilhos do programa de avaliação de germoplasma daquele centro (Williams et al., 1995a): o *Teta* de 6,3 do Hereford e os pesos vazios inicial e à desmama do Charolais (38,2 e 193 kg) constam das tabelas daquele artigo, ao passo que os pesos adultos e o *Teta* de 7,8 do Charolais não foram publicados; os quatro casos estão no arquivo de 1995. No banco de dados, a observação de cada animal registra a origem: "Dados originais do exemplo de Charles B. Williams em MBCSM - *Marc Beef Cattle Systems Model - User's Guide*" (Williams, 1995). A seção 4 apresenta a simulação desses quatro casos.

O modelo de 1992 continuou a ser desenvolvido no mesmo centro. Williams et al. (1995a, 1995b, 1995c) estimaram seus parâmetros para 17 tipos biológicos de bovinos e simularam sistemas de produção pós-desmama; Williams and Jenkins (1997, 1998) o estenderam aos animais adultos e a todos os estágios de maturidade; e o modelo tornou-se o núcleo do **DECI**, *Decision Evaluator for the Cattle Industry* (Jenkins and Williams, 1998), cujo modelo de utilização da energia metabolizável foi descrito por Williams and Jenkins (2003a, 2003b, 2003c). O DECI e o CVDS foram comparados quanto à predição do consumo e da eficiência alimentar de novilhos (Williams, 2010; Williams et al., 2006), com diferenças mínimas entre os dois (Tedeschi et al., 2006a; Tedeschi et al., 2006b).

Desde então a essência do programa permanece a mesma. Em 2001, as equações foram transferidas para uma biblioteca independente (Growth.dll), que o MCCGC aciona para efetuar os cálculos. A biblioteca reúne mais de um modelo de crescimento: o de Williams, usado pelo MCCGC; o modelo de crescimento do CVDS (Tedeschi et al., 2004), que incorporou elementos do MCCGC (Tedeschi and Fox, 2020a, b); e o modelo de crescimento de Davis (Oltjen et al., 1986a; Oltjen et al., 1986b). Cada programa aciona o modelo que lhe corresponde. As versões de 2019 a 2026 (1.0.32 a 1.1.5) atualizaram a instalação, os gráficos e a apresentação dos resultados, e a versão 2.0.1, a primeira com o nome BCBCM, introduziu o inglês, os gráficos em janelas livres, as figuras desenhadas pelo R, a nova tela de abertura, as verificações de inicialização, o registro de erros, este documento e o novo licenciamento.

1.1 A correspondência com Charles B. Williams (1995–2004)

Os arquivos do Dr. Tedeschi guardam a correspondência eletrônica com Charles B. Williams, do *Meat Animal Research Center*, de 1995 a 2004. Ela documenta de onde vieram o código, os parâmetros e os animais de exemplo do MCCGC, e é apresentada em duas partes: os primeiros contatos, do pedido do modelo ao programa (1995–1997), e os contatos posteriores, já de Cornell (1997–2004), em que o Dr. Tedeschi e Williams trocaram modelos, artigos e resultados. As mensagens, escritas em inglês, são transcritas a seguir; a hora é a local de quem escreveu (Clay Center, Nebraska; Piracicaba, São Paulo; ou Ithaca, Nova York). As respostas de Williams estão como foram enviadas, com os poucos erros de digitação corrigidos; as mensagens de Luís Tedeschi, escritas no inglês incipiente de então, receberam pequenas correções de gramática, e cada palavra acrescentada ou substituída aparece entre colchetes, em tipo redondo.

Primeiros contatos (1995–1997)

No início de 1995, ainda no mestrado, Luís Tedeschi escreveu a Williams pedindo o modelo de Keele et al. (1992). A primeira mensagem não se conservou (as cópias das mensagens enviadas por ele que se conservaram começam em dezembro de 1995); a resposta, sim. Em 6 de abril de 1995, Williams enviou, no corpo de uma mensagem, o código FORTRAN do MBCSM, *MARC Beef Cattle Systems Model* (Williams, 1995): o programa, o arquivo de parâmetros, com Kmáx 0,916, *Kmin* 0,12 e *Klag* 0,03, e um arquivo de

dados com quatro animais de exemplo, novilhos Hereford (604 kg, *Teta* 6,3) e Charolais (757 kg, *Teta* 7,8), cada um a pasto e em terminação. Esses quatro animais são, até hoje, o banco de dados de exemplo do MCCGC, e aqueles três valores são os parâmetros padrão do programa.

> **Charles B. Williams, Clay Center, Nebraska, 6 de abril de 1995, 9h18**
>
> *"Sorry for the long delay in replying. I had to leave off and do some other things. I am sending your four files named MBCSM.FOR, MBCSM.INC, MBCSM.IN, and MBCSM.DAT. You need to compile the fortran file on your system. The users manual is almost complete and I will mail you a copy by surface mail next week. It may take about two weeks to get there. Best of luck, in case of problems you could contact me by e-mail, and please feel free to do so.*
>
> *Sincerely, Charles B. Williams"*

Luís Tedeschi traduziu o programa FORTRAN para QBASIC. A observação com que abriu essa tradução, "programa para estimativa de %Gordura, desenvolvido por Charles Williams, modificado por Luis Orlindo Tedeschi", é ainda hoje a primeira linha do módulo principal do MCCGC. Em novembro e dezembro de 1995 Williams respondeu às perguntas sobre a estimativa do parâmetro *Teta* e sobre os valores que não devem ser alterados.

> **Charles B. Williams, 30 de novembro de 1995, 15h06**
>
> *"I am enclosing a paper on how I estimated TETA values. You first need an estimate of the standard reference weight (SREBW), and body composition data and growth rates. Then vary TETA until you can predict the observed composition using the observed growth rates. For Zebu type cattle you could try 720 kg for SREBW. Kmax and Kmin are constants for all breeds and must not be changed. You could start with a value of 6 for TETA and if the simulated composition at slaughter is fatter than the observed, use a larger value for TETA, and if it is leaner use a smaller value for TETA."*
>
> **Charles B. Williams, 1 de dezembro de 1995, 15h27**
>
> *"The KLAG value of 0.03 is a constant and should not be changed. [...] Finally I suggest that the best way may be to start all your simulations at birth with 3% fat, since this is a good estimate and you could grow the animals up to the point at which you have experimental data on weights."*

Em junho de 1996, com o doutorado em Cornell já planejado e com os dados de dois experimentos com novilhos Nelore em restrição alimentar, o Dr. Tedeschi voltou a escrever para perguntar como obter do modelo as exigências de energia.

> **Luís O. Tedeschi, Piracicaba, 6 de junho de 1996, 10h54**
>
> *"Hi Dr. Williams, I am so glad to talk* [to] *you again. I am not sure if you remember me, but some time ago I had talked* [to] *you about the MARC model and you sent it to me. I had asked some questions about how to estimate TETA and KMAX parameters. [...] We* [need] *the information* [on] *where and how* [to] *include that routine to estimate MEg (gain) and MEm (maintenance),* [as] *you* [described] *in that paper."*
>
> **Charles B. Williams, 11 de junho de 1996, 14h34**
>
> *"The model predicts fat-free matter (FFM) and FAT. FFM contains protein, water and ash, but only protein has energy. You can estimate the amount of protein in FFM as FFM*0.243. Then retained energy (RE) = PROTEIN * 5.7 + FAT * 9.5. [...] The subroutine DAILY can be used. In this subroutine you can do these calculations on a daily basis and accumulate the results over the feeding period."*

Essa resposta é a origem do cálculo da energia líquida de ganho no MCCGC e dos três parâmetros da aba Crescimento da janela Configuração: a proporção de proteína na matéria desengordurada (0,243) e as energias brutas da proteína e da gordura (5,72 e 9,5 Mcal/kg). Na troca seguinte o Dr. Tedeschi perguntou

sobre a revisão de Owens et al. (1993), sobre os 720 kg sugeridos para zebuínos e sobre o uso da equação do National Research Council (NRC, 1984) para a mantença com o fator 0,89, que o programa usa até hoje.

> **Charles B. Williams, 17 de junho de 1996, 12h09**
>
> *"The response in fat accretion to growth rate is highly variable, and is dependent to a large extent on previous nutrition. Our model simulates these responses when compared to experimental data. The biggest difference we get is when animals at the same age, weight and composition are fed to grow at different rates, then the animals that grow the slowest are the leanest when compared with the faster growing animals at the same weight. EBW at 25 % is an estimate of a weight and composition which animals are trying to achieve. We call it a standard reference EBW, and it works well in defining a target EBW and composition. [...] 720 kg is for Zebu steers. Using 0.89 with NRC equation seems to okay for Nellore cattle, but I can only be certain if I had some data to work with."*

Em setembro de 1996, o Dr. Tedeschi relatou o ajuste do modelo aos novilhos Nelore, com peso vazio adulto de 575 kg e *Teta* de 5,63, valores que a validação escrita em 1997 manteve.

> **Luís O. Tedeschi, Piracicaba, 17 de setembro de 1996, 11h32**
>
> *"Mr. Williams, I used your model to simulate* [the] *growth and composition* [of some Nellore data]. *Well, first I calculated mature EBW using CSIRO and* [your] *values, then I estimated* [theta] [so as to minimize] *the differences between observed and estimated fat composition at* [the desired] *weights. I used 575 for mature EBW and 5.63 for* [theta]*; those values worked fine with animals without feed restriction. [...] I insist, I do not believe that 720* [kg] *for mature EBW (Nellore steers) is an adequate value; I think this value is* [too high]*."*
>
> **Charles B. Williams, 26 de setembro de 1996, 8h31**
>
> *"I have not finished preparing the updated model as yet, I am busy working on another project, but as soon it is done I will send the files to you. I would like to take a look at that Nellore data and do some work with the model on it."*

Em maio de 1997, três meses antes de partir para Cornell, Luís Tedeschi comunicou que havia escrito um programa com o código do modelo: é o MCCGC, cujos primeiros arquivos em Visual Basic datam de outubro daquele ano. O modelo já havia sido executado fora do FORTRAN e do QBASIC: uma planilha do Dr. Tedeschi, criada em 29 de setembro de 1996, doze dias depois da mensagem sobre o ajuste aos novilhos Nelore, reproduz o modelo de Williams no Excel. A versão mais antiga do programa que se conservou completa é a 1.0.25, de janeiro de 2000, escrita em Visual Basic 4 e identificada como "MCCGC for Windows 95/98"; a sua tela de abertura traz "Copyright © 1996".

> **Luís O. Tedeschi, Piracicaba, 7 de maio de 1997, 16h56**
>
> *"I am sending this e-mail just to ask you if you* [have] *finished the model modifications. I* [have written] *a* [program] *using your* [code], *and it is working very* [well]. *I used it to simulate* [the] *Nellore growth (*[as] *I told you before)* [and] *it fits perfectly."*
>
> **Charles B. Williams, 8 de maio de 1997, 13h06**
>
> *"Thank you for the note on what you have done. I am glad that the model has worked in some way. Since we last corresponded, a lot has happened. We now have a full herd model in which there is a cow/calf model and the postweaning model. Also I have built a user interface for data input and output analysis. I will be demonstrating this model at the animal science meeting in Nashville, Tenn, on Thursday, 31st of July."*
>
> **Charles B. Williams, 12 de maio de 1997, 8h01**
>
> *"The full program will be available in September. For the post weaning phase the code is the same as what I sent to you. However we have added on a cow/calf component and are completing a user interface. There are a few papers that are coming and I will send them to you."*

Contatos posteriores (1997–2004)

A correspondência prosseguiu de Cornell. Em 7 de outubro de 1997, três dias depois da data dos primeiros arquivos do MCCGC, Williams escreveu a Luís Tedeschi, que acabava de chegar a Ithaca; em 1999 enviou-lhe o modelo em CD; em 2001, quando o Dr. Tedeschi preparava a inclusão de um modelo de crescimento no *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* (**CNCPS**), indicou-lhe o DECI; e em 2002, no ano em que o modelo de crescimento do CVDS tomava forma, pediu os artigos desse sistema. Em 2003 e 2004 a troca passou a tratar do uso dos dois modelos, o DECI e o de crescimento do CVDS, na previsão do consumo de alimento e da eficiência alimentar.

> **Charles B. Williams, 7 de outubro de 1997, 8h39**
>
> *"It is nice that you are finally starting out on your Ph.D program. Dante did visit MARC and we talked about the model, it would be good for you to come to MARC for a visit. [...] We have done a lot of work with the model and I will send you some papers soon. We have developed a graphical user interface to enter input and run the model. This system will be tested in December and we will have ready to go in January 1998."*
>
> **Luís O. Tedeschi, Ithaca, 21 de novembro de 1999**
>
> *"I am re-opening my research in animal composition, and I remember you told me at Denver you were working on a new model to improve the prediction when protein was deficient in the diet. Have you changed your model? Where may I find the latest version for evaluation?"*
>
> **Charles B. Williams, 22 de novembro de 1999, 14h11**
>
> *"I will send you a CD with the model today. The one on the WEB is out of date."*
>
> **Luís O. Tedeschi, Ithaca, 14 de fevereiro de 2001, 10h42**
>
> *"We are currently updating the CNCPS model and probably we will add a growth model* [to] *it. I would like to know if you have any new version of your growth model and if that limitation of restricted intake of protein has been addressed. Also, how do I get the latest copy of DECI?"*
>
> **Charles B. Williams, 15 de fevereiro de 2001**
>
> *"The most up to date version of DECI can be downloaded from our web site [...]. The model is driven by energy intake and we have not included any response to protein nutrition. We have just completed a User's Guide in PDF format for DECI."*
>
> **Luís O. Tedeschi, Ithaca, 10 de setembro de 2002, 15h57**
>
> *"Hi Charles, attached* [are] *the BIF papers and the CNC paper regarding the CVDS model. I am working on a growth model and feed efficiency evaluation that is the kernel of the CVDS; as soon as I have it done, I will send it to you for your appreciation."*
>
> **Charles B. Williams, 10 de setembro de 2002**
>
> *"At the moment I am extracting out the code for the feedlot model from DECI to make an independent feedlot model. [...] You mentioned in Quebec that the CNCPS was being reprogrammed in Visual Basic. I work with Visual Basic and it may be easier for me to use the Visual Basic code, than try to recode equations. [...] At present the feedlot part is working with energy, and I now need to start incorporating protein."*
>
> **Charles B. Williams, 30 de junho de 2003**
>
> *"Anyway the point I was trying to make was that when you adjust the value of kg to account for* [composition] *of gain, the concept of a feed having a single NEg value becomes invalid. [...] Also I would like the equations used to calculate the required intake so that I can begin work on evaluating predicted EPDs for efficiency with CNCPS and DECI."*

> **LUÍS O. TEDESCHI, ITHACA, 30 DE JUNHO DE 2003, 20H36**
>
> *"Agree with you that a common NEg is required because of the nature of the adjustment; that is exactly what we do in the CVDS since it uses one dietary ME value. The CNCPS 5.0 is done."*
>
> **CHARLES B. WILLIAMS, 12 DE MARÇO DE 2004**
>
> *"I have 502 individual feed intake records on steers including growth and carcass data. I have used my model to predict the required feed intake and would like to use the system developed at* [Cornell] *to do the same. […] If changes have been made could you send me a set of equations."*
>
> **LUÍS O. TEDESCHI, ITHACA, 13 DE MARÇO DE 2004, 11H27**
>
> *"Attached is the pdf file of the manuscript published in the Agricultural* [Systems] *journal. I have also developed a computer program that uses that set of equations to estimate DM required given an animal's performance."*

O modelo de rebanho que Williams anunciava em 1997 tornou-se o DECI, *Decision Evaluator for the Cattle Industry* (Jenkins and Williams, 1998). O projeto nasceu em 1995, no subcomitê de Integrated Resource Management da National Cattlemen's Association, que reuniu produtores, extensionistas e pesquisadores; o USDA-**ARS** (Serviço de Pesquisa Agrícola do USDA) assumiu o seu desenvolvimento em maio de 1996, atualizando um modelo de produção animal já existente; a versão alfa foi avaliada em Clay Center em abril de 1997, a versão 1.0 foi lançada na reunião anual da National Cattlemen's Beef Association de 1998, e a versão 2.0, de 1999, acrescentou as fases pós-desmama de recria, pastejo e terminação (Dunn et al., 1999). Williams, que havia desenvolvido boa parte do modelo de energia, levou esse trabalho para o projeto do DECI, liderado por Thomas G. Jenkins, e a partir de janeiro de 1998 a nova versão, para Windows 95, foi colocada à disposição de outros pesquisadores (Hardin, 1998). A fase pós-desmama, como ele escreveu em 1997 e repetiu em 2002, permaneceu a do código enviado em 1995, e é essa a fase que o MCCGC simula; e o modelo de crescimento que o Dr. Tedeschi dizia estar escrevendo em 2002 é o do CVDS (Tedeschi et al., 2004), que incorporou elementos do MCCGC. Os arquivos do Dr. Tedeschi conservam o DECI e o seu manual (MARC, 2000) como foram obtidos em 17 de fevereiro de 2001, dois dias depois da mensagem em que Williams os indicou. O artigo enviado em março de 2004 é o que descreve o modelo de crescimento do CVDS (Tedeschi et al., 2004). A comparação que Williams então preparava, entre o consumo de alimento observado e o previsto pelo DECI e pelo modelo de Cornell, foi publicada dois anos depois (Williams et al., 2006), e ele voltou ao tema mais tarde (Williams, 2010).

2. A ciência por trás do modelo

O modelo do BCBCM é o modelo pós-desmama do MBCSM (Keele et al., 1992; Williams, 1995). Ele divide o peso vivo vazio (**PVv**) em dois compartimentos, a matéria desengordurada e a gordura, e acompanha a trajetória de ambos ao longo do tempo. O ganho de peso vazio (kg/dia) é a variável que representa o nível nutricional: animais do mesmo genótipo que ganham peso em ritmos diferentes encontram-se em planos nutricionais diferentes.

Segundo Keele et al. (1992), o modelo apoia-se em quatro pressupostos:

1. à medida que o animal amadurece, a proporção de gordura é maior no ganho do que no peso do corpo;

2. os efeitos do plano nutricional sobre a composição corporal que não estão associados ao peso vazio podem ser previstos a partir da taxa de ganho de peso vazio;
3. os efeitos de uma mudança na nutrição não aparecem imediatamente, nem são permanentes;
4. quando o ganho de peso vazio é zero, o animal se aproxima de uma composição corporal de equilíbrio.

Seis parâmetros caracterizam o modelo: a matéria desengordurada do animal adulto; a velocidade com que a composição se aproxima do equilíbrio; as frações mínima e máxima da taxa de crescimento da matéria desengordurada em relação à do peso vazio (*Kmin* e Kmáx no programa); a constante de tempo da resposta a uma mudança na nutrição (*Klag*, ou Lâmbda); e o parâmetro de engorda (*Teta*), que modula a influência do grau de maturidade e da nutrição. Dois deles, a matéria desengordurada adulta e o *Teta*, são específicos do genótipo e do sexo. No programa, em lugar da matéria desengordurada adulta, informa-se para cada animal o peso vazio adulto (PVv adulto), definido como o peso vazio do animal com 25,1% de gordura (Keele et al., 1992), do qual ela é obtida como 0,749 do PVv adulto (Williams et al., 1995a); e o *Teta*.

A defasagem da resposta é uma característica distintiva do modelo. Uma mudança brusca no ganho de peso não altera de imediato a composição do ganho: o modelo mantém um "ganho defasado", que converge gradualmente para o novo ritmo. É esse mecanismo que permite explicar os resultados, por vezes contraditórios, dos experimentos de ganho compensatório.

Na avaliação do modelo (Williams et al., 1992), a gordura simulada concordou com a observada, exceto para animais alimentados com dietas deficientes em proteína, que cresceram mais lentamente e ficaram mais gordos do que os contemporâneos, enquanto o modelo previu o contrário. Nos quatro experimentos em que os tratamentos nutricionais diferiram em gordura depois de considerado o peso vazio, o modelo explicou de 13,8 a 56,2% dessa variação. Com o mesmo modelo, Williams et al. (1995b) mostraram que novilhos em ganho compensatório podem chegar ao abate mais magros, com a mesma gordura ou mais gordos do que os terminados logo após a desmama: quanto maior a fração do peso final ganha durante a restrição, mais magra a carcaça.

As equações diferenciais são integradas numericamente, passo a passo, e o programa informa a composição nos pontos solicitados pelo usuário. Para cada ponto são calculadas também a energia líquida de mantença (**ELm**) e a energia líquida de ganho (**ELg**), pelo procedimento que Williams descreveu ao Dr. Tedeschi em 1996 (seção 1.1).

3. Guia do usuário

O BCBCM opera sobre um banco de dados (arquivo .MDB) que armazena os animais, os seus períodos de crescimento e os pontos de saída. A sequência habitual de trabalho é: abrir ou criar um banco de dados, cadastrar o animal, informar os períodos de crescimento e simular.

3.1 Abertura

Ao iniciar, o programa mostra a versão, a licença e o aviso, e faz cinco verificações (o programa e o computador, a pasta de dados, os arquivos do programa, os componentes e a existência de uma nova versão). A última linha diz como elas terminaram; um clique nela abre o relatório, que fica gravado em

Documentos\NutritionModels\BCBCM Files\Logs. *Ferramentas > Registros* liga ou desliga o registro de erros e os relatórios de inicialização (os dois ficam ligados até serem desligados) e abre a pasta dos registros, o último relatório de inicialização e o registro de erros. Um clique em qualquer outro ponto, ou uma tecla, fecha a tela (Figura 1).

O banco de dados usado na última vez é aberto automaticamente, e o seu nome aparece no título da janela principal.

Idioma. Na primeira vez o programa usa o idioma do Windows. Ferramentas > Idioma troca entre Português e English a qualquer momento, e a escolha fica gravada.

Registro. O BCBCM precisa ser registrado, e o registro requer uma licença; o registro do MCCGC não vale para ele. Os tipos de licença e os seus preços estão na página Purchase de https://www.nutritionmodels.com, e o código de registro é pedido na página Register, com o número da licença. Sem registro, o programa pode ser iniciado 10 vezes como cópia de avaliação.

Arquivos do MCCGC. O BCBCM substitui o MCCGC. Na primeira vez em que é iniciado sem um banco de dados em uso, se houver bancos de dados em Documentos\NutritionModels\MCCGC Files, ou parâmetros que tenham sido alterados no MCCGC, ele pergunta, uma única vez, se devem ser copiados para BCBCM Files. Os arquivos são copiados, nunca movidos, e nunca sobre um arquivo de mesmo nome.

3.2 Arquivos

No menu Arquivos, Abrir escolhe um banco de dados existente e Novo cria um vazio e o abre. O programa instala um banco de dados de exemplo, BCBCM.MDB, em Documentos\NutritionModels\BCBCM Files. Importar do Excel lê animais de uma planilha do Excel para um banco de dados novo (Simula.MDB, na mesma pasta) (Figura 2).

O submenu Banco de dados reúne a manutenção: Mapear (mostra a estrutura), Compactar, Reparar e Organizar (remove os períodos de crescimento e os valores de saída de animais que foram apagados). Copiar, Renomear e Deletar atuam sobre o arquivo escolhido e não trocam o banco de dados em uso.

3.3 Dados > Cadastramento

Cada ficha descreve um animal (ou um tipo de animal): a descrição, o código da raça, o coeficiente *Teta*, o PVv inicial, o PVv adulto e a porcentagem inicial de gordura. O campo Observações é livre (Figura 3).

A parte de baixo define o que o programa informa e quando a simulação termina. A variável de saída e a condição de finalização podem ser o tempo de simulação, o peso vivo vazio, a quantidade de gordura ou a porcentagem de gordura no PVv. No exemplo da figura, os resultados são pedidos em determinados pesos vazios, e a simulação termina quando o animal chega a 608 kg.

Use Adicionar para criar uma ficha, Gravar para salvar as alterações e Deletar para apagar a ficha. As setas percorrem as fichas.

3.4 Dados > Crescimento

Selecione o animal na lista. O crescimento é descrito em períodos, numerados na ordem em que ocorrem. Um período pode ser informado de duas maneiras: pelo peso vazio no final do período e o número de dias (o ganho é constante), ou pelos coeficientes linear e quadrático de uma curva de crescimento, com o número de dias (Figura 4).

No quadro de baixo ficam os valores da variável de saída escolhida no cadastramento. No exemplo, o animal "Charolais à pasto" tem três períodos e quatro pontos de saída, em peso vazio: 350, 444, 521 e 608 kg.

Ferramentas > Regressão (seção 3.7) calcula os coeficientes linear e quadrático a partir de pesagens.

3.5 Dados > Configuração

A janela Configuração tem duas abas. Simulação reúne os parâmetros da integração numérica (passo máximo e mínimo, tolerância de erro) e os três parâmetros gerais do modelo: Kmáx (0,916), *Kmin* (0,12) e *Klag* (0,03). Crescimento reúne a proporção de proteína no ganho desengordurado (0,243), a energia de combustão da proteína (5,72 Mcal/kg) e da gordura (9,5 Mcal/kg), o fator de conversão de peso vivo em jejum em peso vazio (0,891; NRC, 1984), o fator de ajuste da ELm (0,89), o formato dos números e os números máximos de períodos de crescimento e de variáveis. O Kmáx de 0,916 é a estimativa de Williams et al. (1995a); o *Kmin* difere do valor provisório de Keele et al. (1992), 0,2 (Figura 5).

Os valores entre parênteses são os que acompanham o programa. Eles ficam gravados no arquivo config.dat, em Documentos\NutritionModels\BCBCM Files. Na maioria dos casos não é preciso alterá-los.

3.6 Dados > Simulações

A lista de cima mostra os animais cadastrados. Para simular: (1) clique no animal na lista de cima; (2) clique em Incluir, e ele passa para a Listagem das simulações; (3) repita para os outros animais que quiser simular juntos; (4) clique em Simular. Remover tira da lista o animal selecionado (Figura 6).

Os resultados aparecem no quadro à direita, uma linha para cada ponto de saída: o código da raça, o tempo (dias), o peso vivo vazio (kg), a gordura (% do PVv), a ELm e a ELg (Mcal/dia). Os valores entre parênteses são os acumulados no período.

Opções: Incluir o valor das variáveis escreve os parâmetros usados antes de cada resultado; Gravar em arquivo grava os resultados em arquivos Result00.TXT, Result01.TXT, e assim por diante, na pasta do banco de dados; Abrir Notepad abre os resultados no Bloco de Notas quando as simulações terminam. Gravar salva o texto do quadro e Limpar o apaga. As opções marcadas na janela ficam gravadas de uma sessão para a outra.

Análise de sensibilidade. Os campos de baixo (Peso Adulto, *Teta*, Lâmbda, Kmáx, *Kmin*) permitem trocar um parâmetro só nessa simulação, ou variá-lo em uma faixa. Escreva um valor para usá-lo como constante, ou início:fim;passo para simular do início ao fim com o passo indicado. Por exemplo, 6:8;0,5 no campo *Teta* simula com *Teta* 6; 6,5; 7; 7,5 e 8. A vírgula e o ponto são aceitos como separador decimal.

Gráficos. Depois de simular, escolha o tipo de gráfico (gordura sobre dias, peso vazio sobre dias, ou gordura sobre peso vazio) e clique em Executar. Todas as simulações da lista são desenhadas juntas. Com a opção

Manter dados existentes no gráfico marcada, como vem de início, as curvas de cada nova simulação somam-se às anteriores, o que permite comparar no mesmo gráfico animais ou parâmetros simulados em momentos diferentes; desmarcada, cada simulação substitui as anteriores. O botão Limpar dos resultados apaga as curvas guardadas. Quando um campo da análise de sensibilidade está preenchido, a legenda de cada curva traz o valor usado. Mostrar traz o gráfico para a frente, Limpar o apaga e Salvar grava a figura (arquivo .wmf) na Área de Trabalho (Figura 7).

Janelas livres. Com a opção Janelas livres marcada, os gráficos abrem em janelas fora da janela principal, cada uma com o seu botão na barra de tarefas, e podem ser postas lado a lado ou em outro monitor.

Figuras do R. Com a opção Usar R (figuras de alta qualidade) marcada, o gráfico desenhado é também desenhado pelo R, como figura pronta para publicação: arquivos TIFF e PNG de 1600 x 1600 pixels a 200 dpi, gravados em Documentos\NutritionModels\BCBCM Files\R Plots com os dados das curvas (arquivo CSV). É preciso ter o R instalado no computador (a instalação do BCBCM não o instala); as figuras são desenhadas com o pacote ggplot2, ou só com o R quando o pacote não está instalado. O arquivo RPlots.def, em BCBCM Files, define o aspecto das figuras (tamanho, resolução, formatos, tema, fonte, cores, linhas, símbolos, eixos, legenda, títulos, e os três gráficos lado a lado em uma só figura), e cada item está explicado no próprio arquivo. O relatório de inicialização diz se o R foi encontrado.

3.7 Ferramentas > Regressão

Digite os pares *X* e *Y* (por exemplo, dias e peso) e clique em Calcular. O programa ajusta as regressões linear, quadrática e cúbica e mostra os coeficientes e o r^2. Os coeficientes linear e quadrático podem ser usados para descrever um período de crescimento (seção 3.4). Gravar e Ler salvam e recuperam os pares em um arquivo (Figura 8).

3.8 Ajuda

O menu Ajuda reúne cinco itens. Manual e Guia Rápido abre este documento, no idioma em uso no programa. Checar por Updates verifica se existe uma nova versão no website e, se existir, mostra as novidades e baixa o arquivo de instalação para a pasta Update de BCBCM Files, numa janela com o andamento do *download*. Registrar mostra o registro do programa e, numa cópia de avaliação ou quando a versão pede um novo código, abre a janela de registro. Website abre a página do programa. Sobre abre a janela que mostra a versão, o registro e o aviso; os botões dessa janela (Register, Atualizar, Web, Sysinfo, Ajuda e Voltar) dão acesso às mesmas funções, e Sysinfo abre as Informações do Sistema do Windows (Figura 9).

3.9 Quando algo dá errado

Quando uma operação falha, uma mensagem mostra o erro, o seu código e onde ele ocorreu, e o BCBCM continua aberto; enquanto *Ferramentas > Registros > Gravar o registro de erros* estiver ligado, o erro também é gravado em BCBCM errors.log. *Ferramentas > Registros > Abrir o último relatório de inicialização* abre o relatório das verificações de inicialização. Um download de *Ajuda > Checar por Updates* interrompido ou que falhe não deixa nenhum arquivo incompleto; quando termina, a pasta Update é aberta: feche o BCBCM, abra o arquivo zip e execute o programa de instalação que está dentro dele.

3.10 Onde ficam os arquivos

Pasta	O que guarda
Documentos\NutritionModels\BCBCM Files	o banco de dados de exemplo (BCBCM.MDB), o banco de dados dos exemplos de raças (Breed examples.MDB, seção 5), o arquivo de parâmetros (config.dat) e as definições das figuras do R (RPlots.def)
Documentos\NutritionModels\BCBCM Files\Logs	os relatórios de inicialização e o registro de erros (BCBCM errors.log); Ferramentas > Registros desliga um ou outro
Documentos\NutritionModels\BCBCM Files\Docs	a planilha Williams simulation.xlsx, com os resultados do exemplo da seção 4
Documentos\NutritionModels\BCBCM Files\R Plots	as figuras desenhadas pelo R e os dados das suas curvas
Documentos\NutritionModels\BCBCM Files\Update	o arquivo de instalação de uma nova versão, baixado pelo programa
pasta do banco de dados em uso	os arquivos de resultados (Result00.TXT, ...)

4. Um exemplo: Hereford e Charolais, a pasto e em terminação

O banco de dados de exemplo contém quatro casos, com os dados do exemplo de Charles B. Williams: novilhos Hereford (peso vazio adulto de 604 kg, *Teta* 6,3) e Charolais (757 kg, *Teta* 7,8), cada um em dois sistemas de produção. Em terminação, ao fim do primeiro período (186 dias) o animal entra diretamente na fase final de crescimento; a pasto, passa antes por um período de 365 dias de ganho reduzido. A Tabela 1 resume os dados informados.

Tabela 1. Dados informados para os quatro animais do exemplo.

Animal	PVv adulto (kg)	*Teta*	PVv inicial (kg)	Gordura inicial (%)	Períodos de crescimento
Hereford em terminação	604	6,3	34	3	até 180 kg em 186 dias; depois curva quadrática, 270 dias
Hereford à pasto	604	6,3	34	3	até 180 kg em 186 dias; até 322 kg em 365 dias; depois curva quadrática, 136 dias
Charolais em terminação	757	7,8	38,2	3	até 193 kg em 186 dias; depois curva quadrática, 270 dias
Charolais à pasto	757	7,8	38,2	3	até 193 kg em 186 dias; até 350 kg em 365 dias; depois curva quadrática, 136 dias

A Tabela 2 apresenta os resultados da simulação (os mesmos da Figura 6) nos quatro pesos solicitados para cada animal.

Tabela 2. Resultados da simulação dos quatro animais com o BCBCM.

Raça	Sistema	Dias	PVv (kg)	Gordura (%)	ELm (Mcal/d)	ELg (Mcal/d)
Charolais	a pasto	549	349,1	14,9	4,17	1,53
Charolais	a pasto	596	444,7	20,4	6,61	9,49
Charolais	a pasto	631	521,5	24,4	7,68	11,50
Charolais	a pasto	669	607,9	28,3	8,64	12,74
Charolais	terminação	185	192,2	14,3	2,59	2,32
Charolais	terminação	281	277,5	16,6	4,44	2,80
Charolais	terminação	362	373,0	20,3	5,69	4,60
Charolais	terminação	457	512,5	27,8	7,17	7,75
Hereford	a pasto	549	321,2	16,7	3,93	1,50
Hereford	a pasto	597	428,2	24,4	6,35	11,66
Hereford	a pasto	638	502,0	28,7	7,49	10,36
Hereford	a pasto	686	563,3	31,8	8,30	7,75
Hereford	terminação	185	179,2	15,4	2,44	2,26
Hereford	terminação	258	243,2	18,2	4,13	3,08
Hereford	terminação	372	348,5	23,4	5,31	3,94
Hereford	terminação	447	421,3	27,5	6,48	5,06

A Figura 10, ao final desta seção, apresenta esses resultados com a gordura em função do peso vazio (a Figura 7 os apresenta ao longo do tempo, como o programa os desenha). Dois efeitos merecem destaque.

Ao mesmo peso, o animal de menor tamanho adulto é mais gordo. O Hereford, com peso vazio adulto de 604 kg, situa-se sempre acima do Charolais (757 kg) no mesmo sistema, porque ao mesmo peso se encontra em grau de maturidade mais avançado.

Ao mesmo peso, o animal que cresceu mais rapidamente é mais gordo. Os animais em terminação, que atingiram esse peso mais cedo, têm mais gordura do que os que passaram antes por um ano de ganho reduzido a pasto. Interpolando os resultados para 400 kg de peso vazio, a gordura é de 17,8% para o Charolais a pasto e 22,3% para o Charolais em terminação, e de 22,0% para o Hereford a pasto e 26,2% para o Hereford em terminação.

Esta é a resposta do modelo à pergunta que deu origem ao programa: o peso, isoladamente, não determina a composição corporal; o tamanho adulto do animal e o ritmo em que ele cresceu também a determinam.

Os mesmos resultados estão na planilha Williams simulation.xlsx, instalada em Documentos\NutritionModels\BCBCM Files\Docs, que os representa graficamente como na Figura 10 e efetua a interpolação para 400 kg. Os pesos, na planilha como no programa, são pesos vivos vazios.

5. Exemplos de raças: os 17 tipos biológicos de Williams et al. (1995a)

Um segundo banco de dados, Breed examples.MDB, instalado junto ao banco de dados de exemplo, contém um novilho de cada um dos 17 tipos biológicos para os quais Williams et al. (1995a) estimaram os parâmetros do modelo, com os dados do programa de avaliação de germoplasma do *U.S. Meat Animal Research Center*: Hereford e Angus puros, o cruzamento entre eles e os cruzamentos de 14 raças paternas com vacas Hereford e Angus (por exemplo, Jersey cross = ½ (Jersey × Hereford + Jersey × Angus)); os nomes dos animais estão em inglês, e "cross" indica o cruzado. O banco serve como ponto de partida: para simular um animal de um desses tipos, tomam-se dele o *Teta* e o peso adulto e informa-se o crescimento do animal em estudo.

A Tabela 3 apresenta os dois parâmetros de cada tipo. A matéria desengordurada (**MD**) do novilho adulto e o *Teta* são os valores publicados na Tabela 5 daquele artigo; o peso vazio adulto, que é o valor pedido pelo programa, é a matéria desengordurada adulta dividida por 0,749, porque o modelo considera que o animal adulto contém 25,1% de gordura. A mesma tabela compara a gordura simulada pelo BCBCM, ao peso vazio de abate, com a gordura observada, ambos da mesma Tabela 5.

Tabela 3. Parâmetros dos 17 tipos biológicos ((Williams et al., 1995a), Tabela 5) como informados em Breed examples.MDB, e a gordura do corpo vazio ao abate, observada e simulada pelo BCBCM.

Tipo biológico	MD adulta, novilhos (kg)	PVv adulto (kg)	*Teta*	PVv ao abate (kg)	Gordura observada (%)	Gordura simulada (%)	Diferença
Jersey cross (JX)	402	537	5,59	396	31,1	30,3	−0,8
Hereford (HH)	437	583	6,30	404	28,4	27,0	−1,4
Angus (AA)	416	555	5,97	410	30,7	29,4	−1,3
Hereford x Angus (HAX)	430	574	6,00	417	30,5	29,1	−1,4
Red Poll cross (RX)	439	586	5,63	401	29,0	27,1	−1,9
South Devon cross (SDX)	462	617	6,47	434	29,5	28,7	−0,8
Tarentaise cross (TX)	468	625	6,38	434	27,6	28,1	+0,5
Pinzgauer cross (PX)	474	633	6,14	428	27,3	27,8	+0,5
Sahiwal cross (SaX)	416	555	6,72	417	28,1	28,4	+0,3
Brahman cross (BrX)	523	698	5,58	449	27,8	28,5	+0,7
Brown Swiss cross (BX)	482	644	7,35	438	26,4	24,8	−1,6
Gelbvieh cross (GX)	524	700	6,64	444	26,2	24,6	−1,6
Simmental cross (SX)	516	689	7,24	444	26,1	25,2	−0,9
Maine Anjou cross (MX)	605	808	6,19	454	25,5	23,8	−1,7
Limousin cross (LX)	501	669	7,41	432	25,7	24,8	−0,9
Charolais cross (CX)	545	728	7,51	457	25,7	24,9	−0,8
Chianina cross (CiX)	563	752	7,86	445	22,8	21,5	−1,3

O crescimento de cada animal segue os dados dos novilhos da Tabela 3 do mesmo artigo, em três períodos: ganho constante do nascimento à desmama, ganho constante no período de adaptação e uma curva

quadrática na terminação (Tabela 4). O artigo publica pesos vivos e o programa trabalha com pesos vivos vazios, de modo que os pesos foram convertidos. O peso vazio ao nascer é o peso vivo × 0,956 e o da desmama é o peso vivo × 0,86, como no artigo. O peso ao fim do período de adaptação também foi multiplicado por 0,86, o que é uma suposição deste documento: o artigo calculou esse peso a partir da dieta e não o publica. Os coeficientes linear e quadrático da regressão do peso vivo sobre os dias de confinamento foram multiplicados por um mesmo fator, de modo que o animal atinja o peso vazio de abate da Tabela 5 no último dia de confinamento. A gordura inicial é de 2,6% do peso vazio (Williams et al., 1995b). Para Hereford, Angus e Hereford × Angus, avaliados em mais de um ciclo do programa, foram usadas as médias dos ciclos, como fez o artigo para o *Teta*.

Tabela 4. Períodos de crescimento informados para os 17 tipos biológicos, em peso vivo vazio, derivados da Tabela 3 de Williams et al. (1995a).

Tipo biológico	PVv inicial (kg)	Desmama: PVv (kg), idade (d)	Início da terminação: PVv (kg), dias	Dias de confinamento	Coeficiente linear	Coeficiente quadrático
Jersey cross (JX)	29,6	172,0, 215	190,1, 25	217	1,08491	−0,0006270
Hereford (HH)	35,9	158,7, 200	181,0, 34	232	1,21068	−0,0010753
Angus (AA)	32,5	167,7, 200	192,6, 34	232	1,18028	−0,0010483
Hereford x Angus (HAX)	35,1	171,7, 199	199,5, 35	225	1,19340	−0,0010077
Red Poll cross (RX)	36,3	154,8, 185	187,5, 42	246	1,02470	−0,0006374
South Devon cross (SDX)	35,4	182,3, 215	195,2, 25	217	1,33823	−0,0010957
Tarentaise cross (TX)	37,3	182,3, 196	214,1, 38	211	1,23969	−0,0009361
Pinzgauer cross (PX)	39,2	178,0, 196	207,3, 38	211	1,27639	−0,0010920
Sahiwal cross (SaX)	38,2	180,6, 196	207,3, 38	211	1,10327	−0,0005186
Brahman cross (BrX)	41,1	190,1, 196	220,2, 38	211	1,26564	−0,0008591
Brown Swiss cross (BX)	39,2	164,3, 185	199,5, 42	246	1,10271	−0,0005414
Gelbvieh cross (GX)	40,2	167,7, 185	204,7, 42	246	1,09421	−0,0004937
Simmental cross (SX)	38,2	190,9, 215	205,5, 25	217	1,23886	−0,0006442
Maine Anjou cross (MX)	42,1	165,1, 185	208,1, 42	246	1,18722	−0,0007627
Limousin cross (LX)	36,3	184,9, 215	200,4, 25	217	1,27487	−0,0009566
Charolais cross (CX)	38,2	193,5, 215	211,6, 25	217	1,39003	−0,0011943
Chianina cross (CiX)	41,1	166,0, 185	206,4, 42	246	1,09359	−0,0005027

Nota sobre o cruzado Pinzgauer. A Tabela 3 do artigo traz o coeficiente quadrático desse tipo como 0,00121, positivo, ao passo que o de todos os outros tipos é negativo. O valor foi considerado um erro de impressão e informado como negativo (−0,00121, antes da conversão para peso vazio).

A gordura simulada difere da observada em −0,9 pontos percentuais, em média (de −1,9 a +0,7), e a raiz do quadrado médio das diferenças é de 1,2 pontos percentuais. A concordância é esperada, porque o *Teta* foi estimado no artigo de modo que o modelo reproduzisse essas observações. As diferenças que restam vêm das conversões descritas acima, que não são as do artigo dia a dia (nele, a relação entre o peso vazio e o peso vivo aumenta ao longo de uma curva durante a terminação); das médias dos ciclos; e dos demais parâmetros do modelo, que o artigo tomou de Keele et al. (1992) e que no BCBCM são os do código enviado

por Williams em 1995 (seção 1.1). Esses animais mostram como os parâmetros publicados são informados no programa; não constituem uma nova avaliação do modelo.

Referências

Dunn, B., T. G. Jenkins, and C. B. Williams. 1999. Enhancing Management Decisions – History of the Decision Evaluator for the Cattle Industry in The Range Beef Cow Symposium XVI. Greeley, Colorado. Available at: https://digitalcommons.unl.edu/rangebeefcowsymp/131. Accessed on: October 28, 2026

Hardin, B. 1998. DECI: Information Age Tool for the Cattle Industry. Agricultural Research. 46 (5):16–19. Available at: https://agresearchmag.ars.usda.gov. Accessed on: October 29, 2026

Jenkins, T. G., and C. B. Williams. 1998. DECI - Decision Evaluator for the Cattle Industry. Pages 461–462 in Proc. World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod., 6, v. 27. Armidale, Australia

Keele, J. W., C. B. Williams, and G. L. Bennett. 1992. A computer model to predict the effects of level of nutrition on composition of empty body gain in beef cattle. I. Theory and development. *J. Anim. Sci.* 70 (3):841–857. doi: 10.2527/1992.703841x

National Research Council. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. (6th ed.). Nutrient Requirements of Domestic Animals. National Academy Press, Washington, DC, USA. doi: 10.17226/19398

Oltjen, J. W., A. C. Bywater, and R. L. Baldwin. 1986a. Evaluation of a model of beef cattle growth and composition. *J. Anim. Sci.* 62:98–108. doi: 10.2527/jas1986.62198x

Oltjen, J. W., A. C. Bywater, R. L. Baldwin, and W. N. Garrett. 1986b. Development of a dynamic model of beef cattle growth and composition. *J. Anim. Sci.* 62 (1):86–97. doi: 10.2527/jas1986.62186x

Owens, F. N., P. Dubeski, and C. F. Hanson. 1993. Factors that alter the growth and development of ruminants. *J. Anim. Sci.* 71:3138–3150. doi: 10.2527/1993.71113138x

Tedeschi, L. O. 1996. Determinação dos parâmetros da curva de crescimento de animais da raça Guzerá e seus cruzamentos alimentados a pasto, com e sem suplementação. M.S. Thesis, Universidade de São Paulo/ESALQ, Piracicaba, SP.

Tedeschi, L. O. 2026. The Cattle Value Discovery System (CVDS) to improve individual cattle management: History, science, and user guide. Version 1.2.1. Zenodo. College Station, TX. Available at: https://www.nutritionmodels.com/cvds.html. Accessed on: 17 October 2026. doi: 10.5281/zenodo.23440852

Tedeschi, L. O., C. Boin, R. F. Nardon, and P. R. Leme. 1999. Effects of concentrate supplementation on growth, from weaning to slaughter, on steers of the Guzera breed and their crossbreds grazing Guinea grass (*P. maximum*, Jacq.). *B. Indústr. Anim.* 56 (2):195–205

Tedeschi, L. O., C. Boin, R. F. Nardon, and P. R. Leme. 2000a. Growth curve analysis of Guzera and their crossbreds fed under grazing with or without supplementation. 1. Analysis and selection of nonlinear functions. *Rev. Bras. Zootec.* 29 (2):630–637. doi: 10.1590/S1516-35982000000200040

Tedeschi, L. O., C. Boin, R. F. Nardon, and P. R. Leme. 2000b. Growth curve analysis of Guzera and their crossbreds fed under grazing with or without supplementation. 2. Evaluation of growth curve parameters. *Rev. Bras. Zootec.* 29 (5):1578–1587. doi: 10.1590/S1516-35982000000500040

Tedeschi, L. O., M. L. Chizzotti, D. G. Fox, and G. E. Carstens. 2006a. Using mathematical nutrition models to improve beef cattle efficiency. Pages 461–484 in Proceedings of the 5th International Symposium of Beef Production (SIMCORTE). F. d. C. Figueiredo, ed. Viçosa, MG, Brazil. Suprema Gráfica e Editora Ltda. Available at: http://simcorte.com/index/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=58

Tedeschi, L. O., and D. G. Fox. 2020a. The Ruminant Nutrition System: An Applied Model for Predicting Nutrient Requirements and Feed Utilization in Ruminants. Vol. 1. (3rd ed.) (3rd repr.). Kendall

Hunt, Dubuque, IA, USA. First published in 2020 by XanEdu, Ann Arbor, MI. Available at: https://he.kendallhunt.com/product/ruminant-nutrition-system-vol-1. Accessed on: February 7, 2025

Tedeschi, L. O., and D. G. Fox. 2020b. The Ruminant Nutrition System: Tables of Equations and Coding. Vol. 2. (3rd repr.). Kendall Hunt, Dubuque, IA, USA. First published in 2020 by XanEdu, Ann Arbor, MI. Available at: https://he.kendallhunt.com/product/ruminant-nutrition-system-vol-2. Accessed on: February 7, 2025

Tedeschi, L. O., D. G. Fox, M. J. Baker, and D. P. Kirschten. 2006b. Identifying differences in feed efficiency among group-fed cattle. *J. Anim. Sci.* 84 (3):767–776. doi: 10.2527/2006.843767x

Tedeschi, L. O., D. G. Fox, and P. J. Guiroy. 2004. A decision support system to improve individual cattle management. 1. A mechanistic, dynamic model for animal growth. *Agric. Syst.* 79 (2):171–204. doi: 10.1016/S0308-521X(03)00070-2

Tedeschi, L. O., R. F. Nardon, C. Boin, and P. R. Leme. 2002. Effects of dry season and year-round feed supplementation on reproductive performance and body weight of Guzera breed cattle and their crossbreds grazing guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.). *B. Indústr. Anim.* 59 (2):185–195

United States Meat Animal Research Center. 2000. DECI User's Manual: Decision Evaluator for the Cattle Industry. USDA-ARS, U.S. Meat Animal Research Center, Clay Center, NE

Williams, C. B. 1995. MBCSM - Meat Animal Research Center (MARC) Beef Cattle Systems Model: User's Guide. Clay Center, NE. 27p.

Williams, C. B. 2010. Application of biological simulation models in estimating feed efficiency of finishing steers. *J. Anim. Sci.* 88 (7):2523–2529. doi: 10.2527/jas.2009-2655

Williams, C. B., and G. L. Bennett. 1995. Application of a computer model to predict optimum slaughter end points for different biological types of feeder cattle. *J. Anim. Sci.* 73 (10):2903–2915. doi: 10.2527/1995.73102903x

Williams, C. B., G. L. Bennett, T. G. Jenkins, L. V. Cundiff, and C. L. Ferrell. 2006. Using simulation models to predict feed intake: Phenotypic and genetic relationships between observed and predicted values in cattle. *J. Anim. Sci.* 84 (6):1310–1316. doi: 10.2527/2006.8461310x

Williams, C. B., G. L. Bennett, and J. W. Keele. 1995a. Simulated influence of postweaning production system on performance of different biological types of cattle: I. Estimation of model parameters. *J. Anim. Sci.* 73 (3):665–673. doi: 10.2527/1995.733665x

Williams, C. B., G. L. Bennett, and J. W. Keele. 1995b. Simulated influence of postweaning production system on performance of different biological types of cattle: II. Carcass composition, retail product, and quality. *J. Anim. Sci.* 73 (3):674–685. doi: 10.2527/1995.733674x

Williams, C. B., G. L. Bennett, and J. W. Keele. 1995c. Simulated influence of postweaning production system on performance of different biological types of cattle: III. Biological efficiency. *J. Anim. Sci.* 73 (3):686–698. doi: 10.2527/1995.733686x

Williams, C. B., and T. G. Jenkins. 1997. Predicting empty body composition and composition of empty body weight changes in mature cattle. *Agric. Syst.* 53 (1):1–25. doi: 10.1016/S0308-521X(96)00039-X

Williams, C. B., and T. G. Jenkins. 1998. A computer model to predict composition of empty body weight changes in cattle at all stages of maturity. *J. Anim. Sci.* 76 (4):980–987. doi: 10.2527/1998.764980x

Williams, C. B., and T. G. Jenkins. 2003a. A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. I. Metabolizable energy utilization for maintenance and support metabolism. *J. Anim. Sci.* 81 (6):1371–1381. doi: 10.2527/2003.8161371x

Williams, C. B., and T. G. Jenkins. 2003b. A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. II. Metabolizable energy utilization for gain. *J. Anim. Sci.* 81:1382–1389. doi: 10.2527/2003.8161382x

Williams, C. B., and T. G. Jenkins. 2003c. A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. III. Model evaluation. *J. Anim. Sci.* 81:1390–1398. doi: 10.2527/2003.8161390x

Williams, C. B., J. W. Keele, and G. L. Bennett. 1992. A computer model to predict the effects of level of nutrition on composition of empty body gain in beef cattle. II. Evaluation of the model. *J. Anim. Sci.* 70 (3):858–866. doi: 10.2527/1992.703858x

Figuras



Figura 1. Tela de abertura do BCBCM. Os números de licença e de cadastro estão cobertos de cinza, por privacidade.

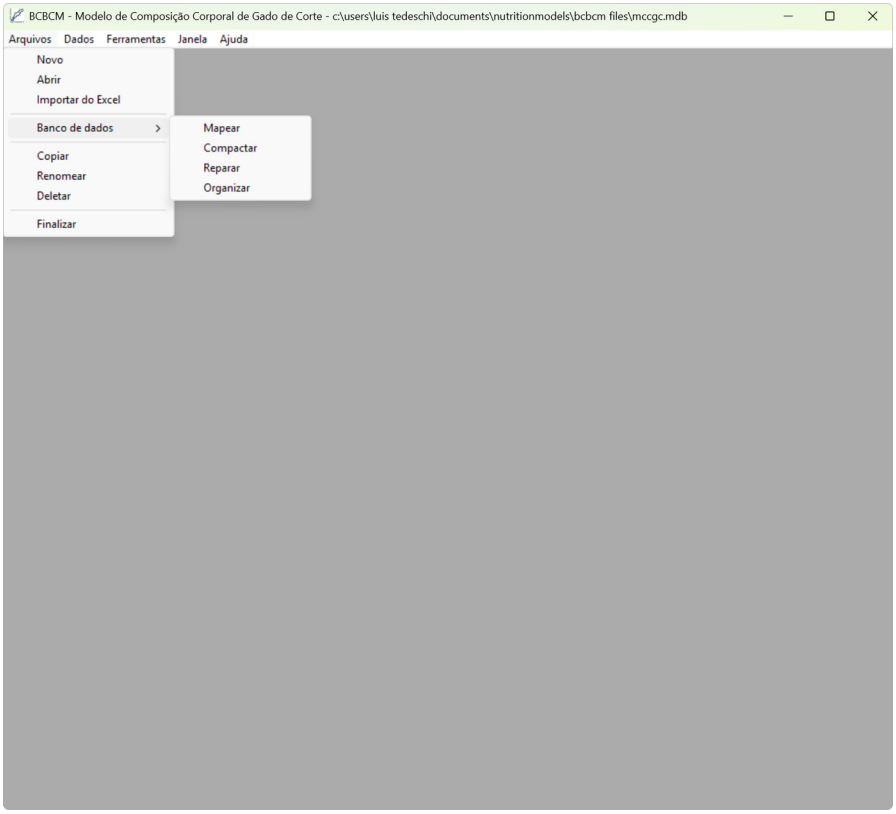

Figura 2. Janela principal do BCBCM, com o menu Arquivos e o submenu Banco de dados.

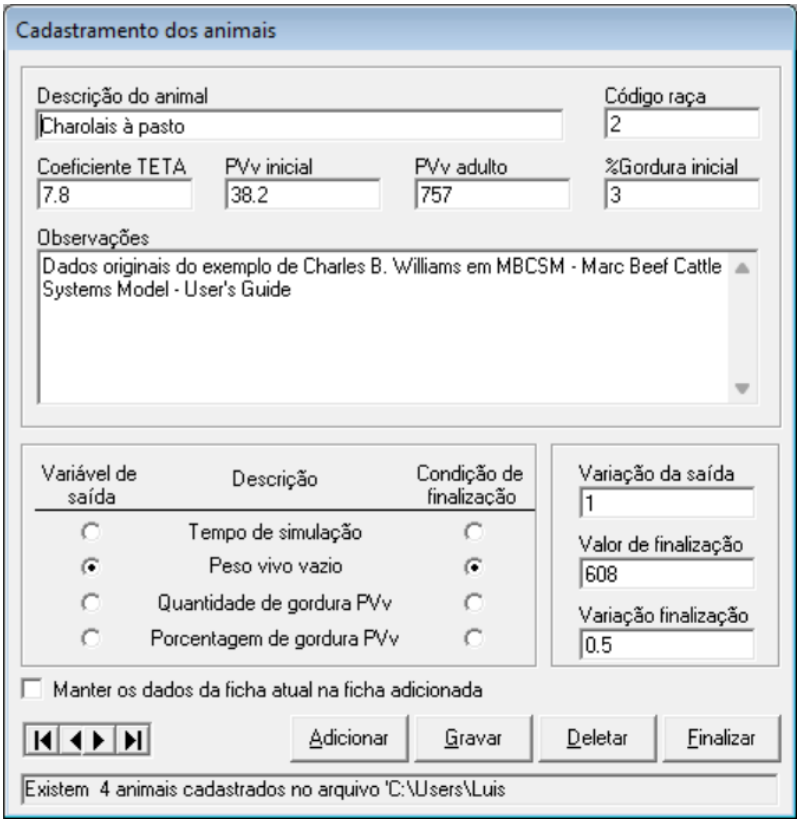

Figura 3. Cadastramento dos animais.

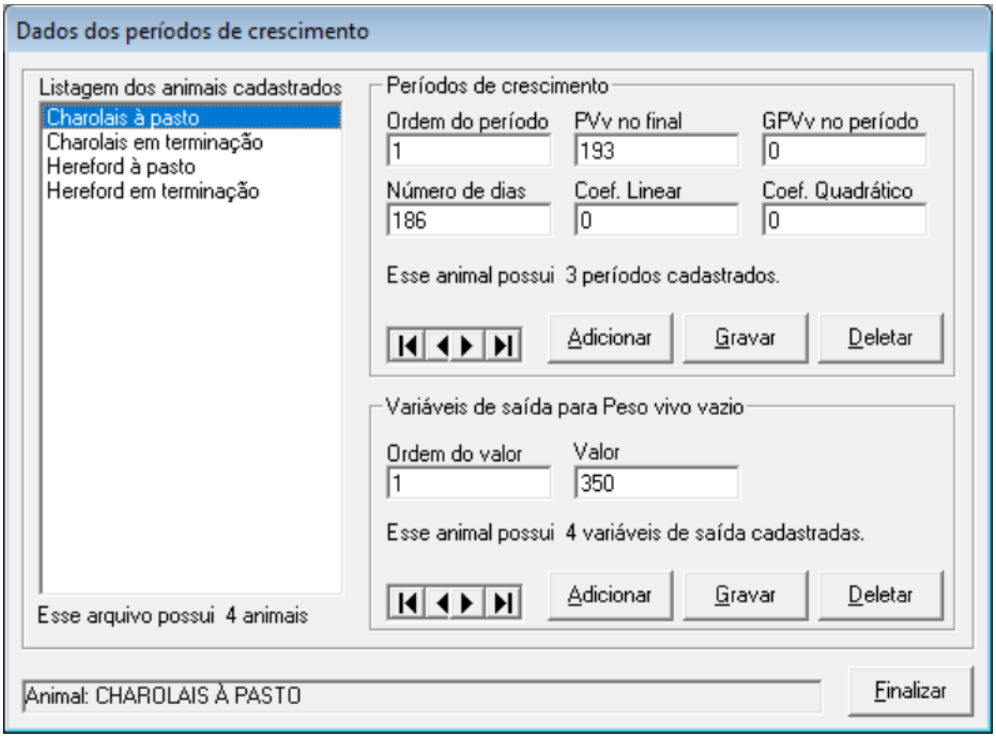

Figura 4. Períodos de crescimento e pontos de saída de cada animal.

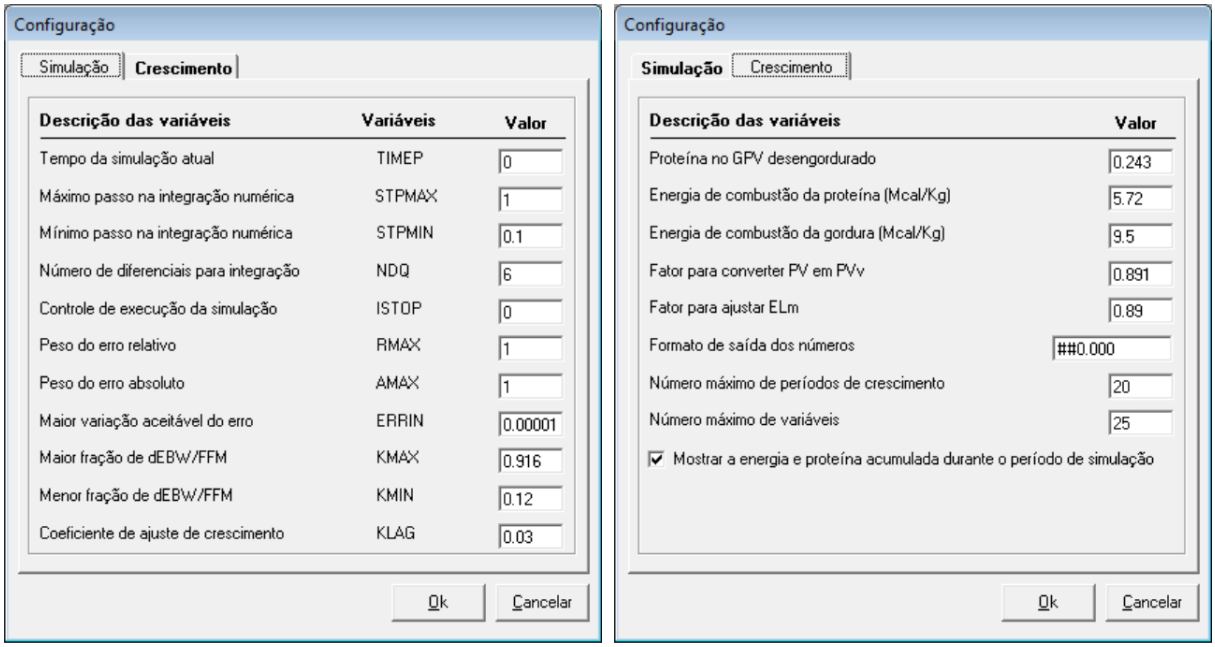

Figura 5. Parâmetros do modelo: (a) aba Simulação; (b) aba Crescimento.

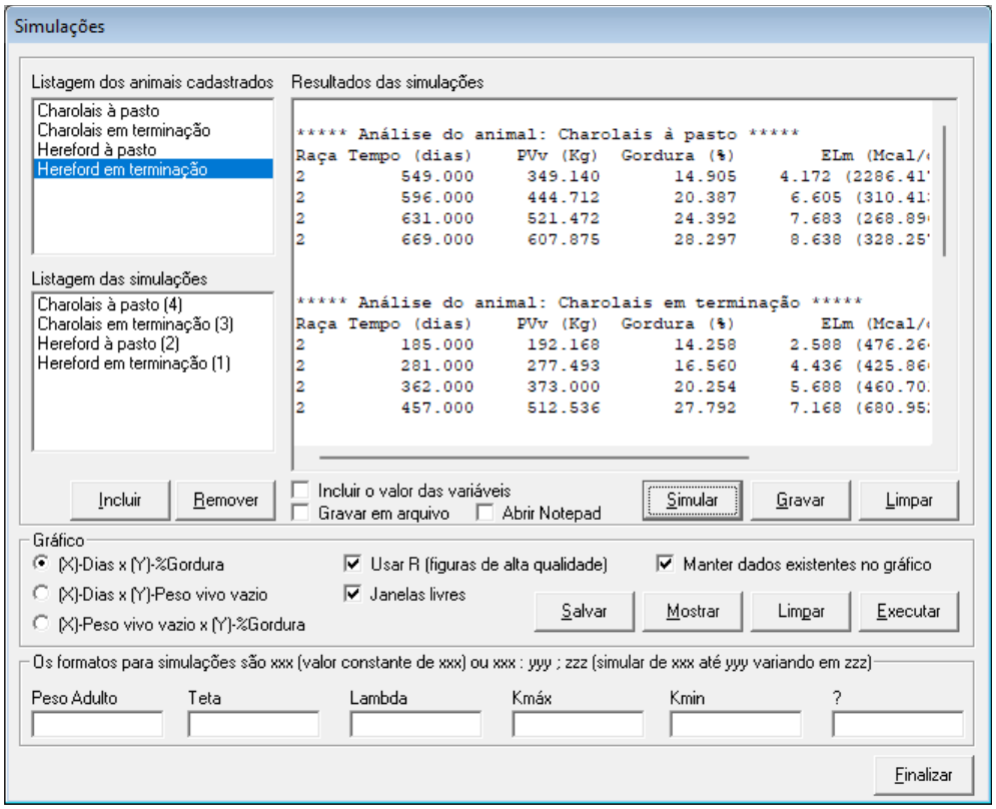

Figura 6. Simulação dos quatro animais do banco de dados de exemplo.

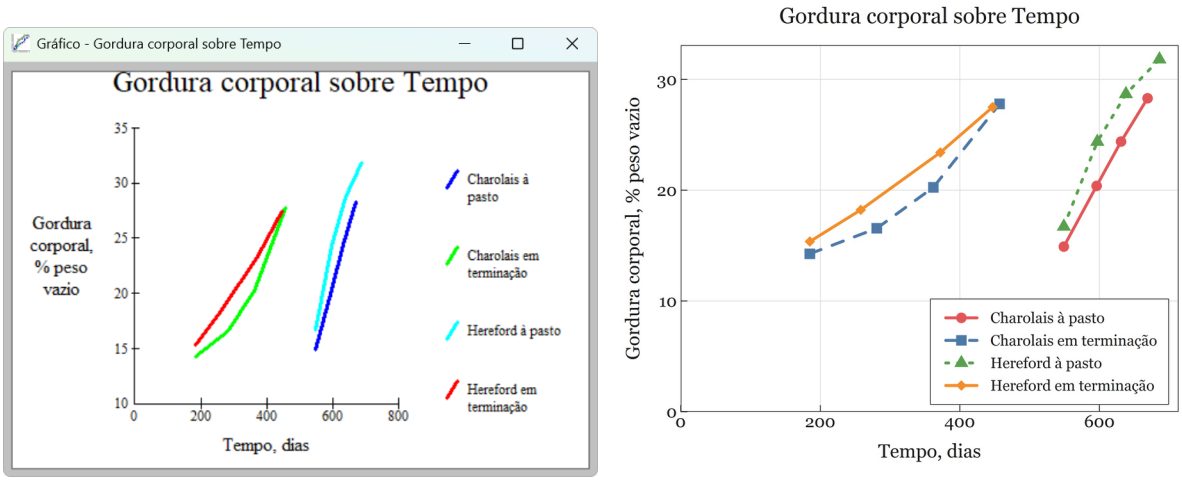

Figura 7. Gordura corporal ao longo do tempo, para as quatro simulações: (a) a janela de gráfico do programa; (b) a figura desenhada pelo R.

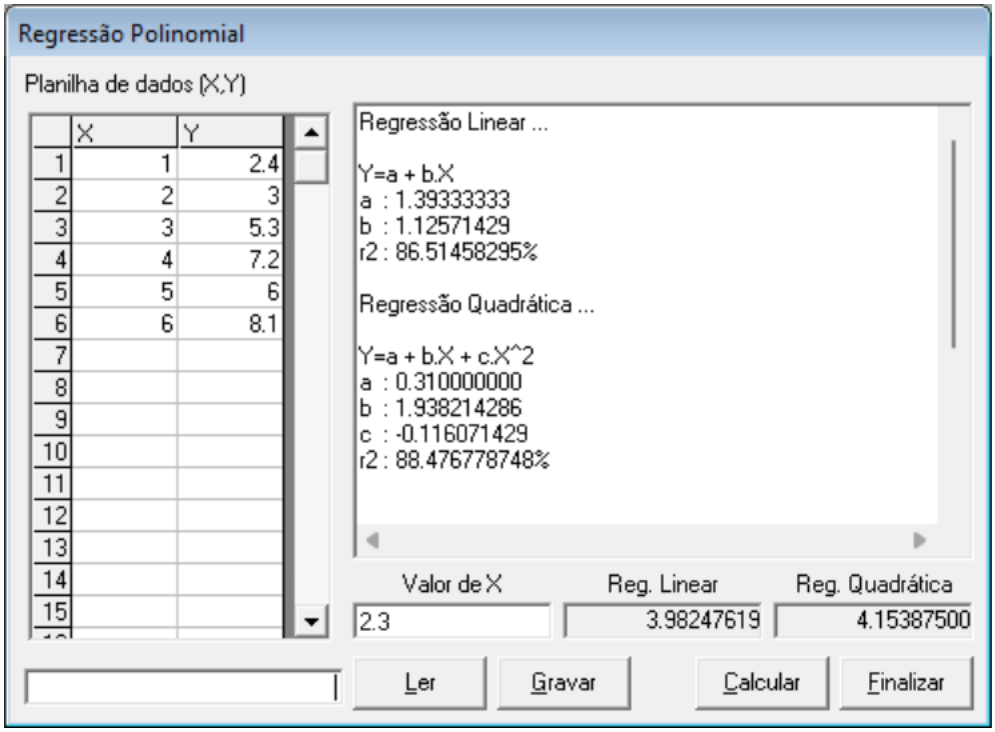

Figura 8. Regressão polinomial.

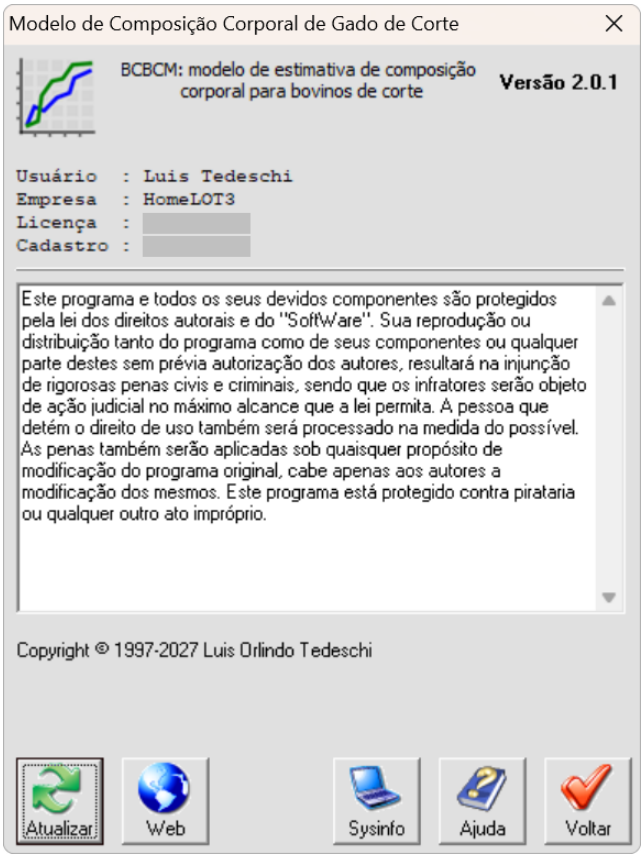

Figura 9. Janela Sobre. Os números de licença e de cadastro estão cobertos de cinza, por privacidade.

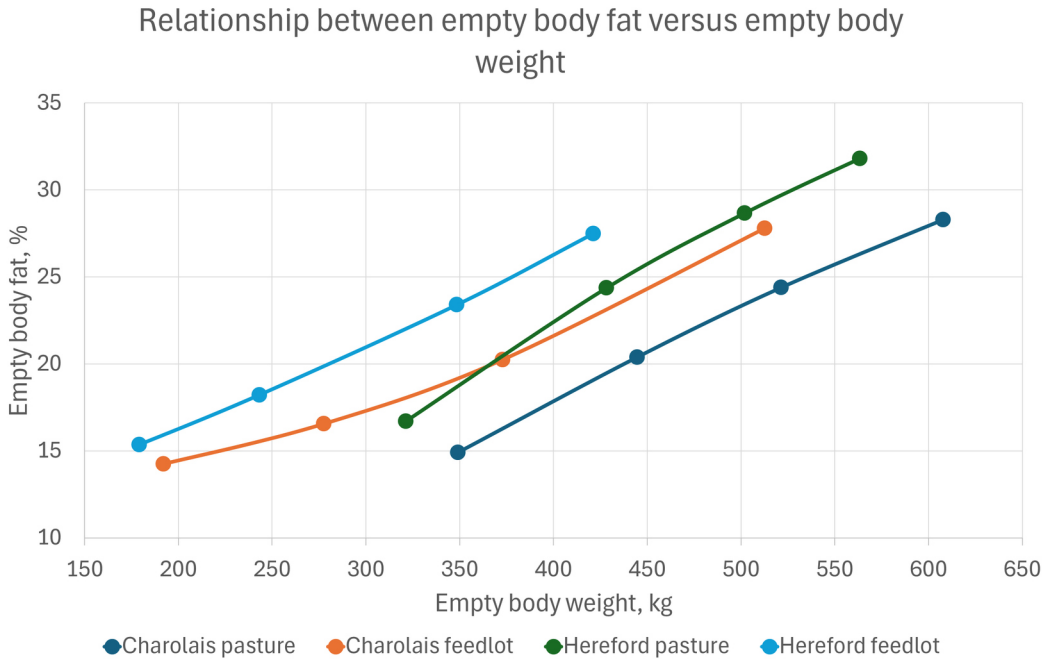

Figura 10. Gordura corporal em função do peso vazio dos quatro animais, desenhada pela planilha Williams simulation.xlsx.