

Modelagem matemática na gestão de custos: um estudo baseado no comportamento dos custos na produção de frangos em Minas Gerais

Carlos Roberto Souza Carmo (UNIUBE/PUC-SP) - carlosjj2004@hotmail.com

Igor Gabriel Lima (UNISEPE) - igor_glima@hotmail.com

Renata de Oliveira (UNIUBE) - renatadeoliveira_ro@hotmail.com

Luiz Fernando Melo e Oliveira (UNIUBE) - luiz.oliveira@uniube.br

Resumo:

Dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento indicam que o agronegócio brasileiro é responsável por 33% do Produto Interno Bruto, 42% das exportações totais e 37% dos empregos no território nacional. Ao vislumbrar o potencial de crescimento do setor, presumi-se que uma parcela dos empreendedores do agronegócio busque ferramentas de apoio a tomada decisões que sejam capazes de avaliar e direcionar o seu desempenho econômico e financeiro. Nesse contexto, a unidade de suínos e aves da Embrapa calcula e informa mensalmente o “Custo de Produção de Frango de Corte” em três sistemas de produção (manual, automático e climatizado), em dez estados da federação. Tomando por base as planilhas de custos disponibilizadas pela Embrapa, o presente trabalho de pesquisa tem por objetivo conceber uma modelagem matemática que seja capaz linearizar o comportamento dos custos em relação à quantidade de frangos produzidos para abate, no sistema manual, no estado de Minas Gerais, e proporcionar a constituição de uma ferramenta de planejamento de gastos associados àquela atividade econômica. Após o devido embasamento teórico e, mediante a utilização do ferramental estatístico de regressão linear, verificou-se que a modelagem pesquisada é satisfatória para estimativas de produção entre 20.000 e 25.000 unidades, desde que seja admitida uma margem de erro de $\pm 11\%$. O modelo proposto atinge o seu ponto ótimo caso as estimativas de produção fiquem em torno de 22.000 unidades. Pois, nessa faixa de produção, a margem de erro das estimativas fica entre $\pm 1,5\%$ e $\pm 2,8\%$.

Palavras-chave: : Modelagem matemática. Estimativa de custos. Avicultura.

Área temática: Aplicação de Modelos Quantitativos na Gestão de Custos

Modelagem matemática na gestão de custos: um estudo baseado no comportamento dos custos na produção de frangos em Minas Gerais

Resumo

Dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento indicam que o agronegócio brasileiro é responsável por 33% do Produto Interno Bruto, 42% das exportações totais e 37% dos empregos no território nacional. Ao vislumbrar o potencial de crescimento do setor, presumi-se que uma parcela dos empreendedores do agronegócio busque ferramentas de apoio a tomada decisões que sejam capazes de avaliar e direcionar o seu desempenho econômico e financeiro. Nesse contexto, a unidade de suínos e aves da Embrapa calcula e informa mensalmente o “Custo de Produção de Frango de Corte” em três sistemas de produção (manual, automático e climatizado), em dez estados da federação. Tomando por base as planilhas de custos disponibilizadas pela Embrapa, o presente trabalho de pesquisa tem por objetivo conceber uma modelagem matemática que seja capaz linearizar o comportamento dos custos em relação à quantidade de frangos produzidos para abate, no sistema manual, no estado de Minas Gerais, e proporcionar a constituição de uma ferramenta de planejamento de gastos associados àquela atividade econômica. Após o devido embasamento teórico e, mediante a utilização do ferramental estatístico de regressão linear, verificou-se que a modelagem pesquisada é satisfatória para estimativas de produção entre 20.000 e 25.000 unidades, desde que seja admitida uma margem de erro de $\pm 11\%$. O modelo proposto atinge o seu ponto ótimo caso as estimativas de produção fiquem em torno de 22.000 unidades. Pois, nessa faixa de produção, a margem de erro das estimativas fica entre $\pm 1,5\%$ e $\pm 2,8\%$.

Palavras-chave: Modelagem matemática. Estimativa de custos. Avicultura.

Área Temática: Aplicação de Modelos Quantitativos na Gestão de Custos

1 Introdução

O Brasil, atualmente, é um dos maiores exportadores mundiais de vários produtos oriundos do agronegócio. Em diversos segmentos da agricultura e da pecuária, o agronegócio brasileiro já superou vários países tradicionalmente produtores e exportadores de produtos como café, açúcar, álcool e sucos de frutas. Além disso, o país lidera o ranking das vendas externas de soja, carne bovina, carne de frango, tabaco, couro e calçados de couro, entre outros.

Dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2006) indicam que, só em 2006, o país dobrou o faturamento com as vendas externas de produtos agropecuários. Esses mesmos dados informam que o agronegócio brasileiro é responsável por 33% do Produto Interno Bruto (PIB), 42% das exportações totais e 37% dos empregos no território nacional.

Diversificação climática, grandes fontes de água, inovação tecnológica produtiva e abundância de mão de obra são alguns dos fatores que asseguram ao Brasil a condição de grande fornecedor mundial de alimentos. Ou seja, o agronegócio brasileiro possui condições suficientes para expandir-se significativamente e de forma sustentável nos próximos anos.

Nesse contexto, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa, órgão vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, desenvolve programas de pesquisa específicos objetivando organizar tecnologias e sistemas de produção para aumentar a eficiência da agricultura familiar e incorporar pequenos produtores ao agronegócio, garantindo melhoria na sua renda e bem-estar.

A “Embrapa Suínos e Aves” é uma unidade descentralizada que tem como missão “viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da suinocultura e avicultura em benefício da sociedade brasileira” (EMBRAPA, 2010). Desde 2006, em conjunto com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a divisão de suínos e aves da Embrapa calcula mensalmente o “Custo de Produção de Frango de Corte” em três sistemas de produção (manual, automático e climatizado), nos seguintes estados da federação: RS, SC, PR, PE, CE, SP, MG, MT, MS e GO.

Ao vislumbrar o potencial de crescimento do setor, é esperado que uma parcela significativa dos empreendedores do agronegócio brasileiro busque ferramentas de apoio a tomada decisões que sejam capazes de avaliar e direcionar o seu desempenho, permitindo-lhes se estruturar operacionalmente de forma a atingir níveis de produtividade satisfatórios.

Dessa forma, faz-se necessário desenvolver, testar e aplicar ferramentas de apoio a tomada decisões que sejam capazes de suprir esta necessidade gerencial iminente, de forma a proporcionar o direcionamento e a mensuração do desempenho empresarial de forma rápida, precisa e antecipada

O presente trabalho de pesquisa tem por objetivo conceber uma modelagem matemática que seja capaz linearizar o comportamento dos custos em relação à quantidade de frangos produzidos para abate, no sistema manual, no estado de Minas Gerais.

Para tanto, esta pesquisa tomará por base as planilhas de custos relativos à produção frangos para abate, no sistema de aviários manuais, elaboradas e disponibilizadas pela divisão de frangos e suínos da Embrapa no seu *site*.

2 Metodologia e problema de pesquisa

Inicialmente, para o devido embasamento teórico, será realizada a revisão bibliográfica acerca da temática envolvendo custos aplicados a agronegócio em geral e especificamente a atividades que envolvem a criação de aves. A seguir, ainda no campo da pesquisa bibliográfica, realizar-se-á o embasamento teórico sobre as metodologias estatísticas de regressão linear simples e regressão linear múltipla e, ainda, a sua aplicabilidade no processo análise e estimativa de custos.

Para efetivação deste estudo, considerar-se-á como população de dados, o conjunto de informações relativas ao cálculo do custo mensal da produção de frangos de corte no período compreendido entre os anos de 2006 e 2009, elaboradas pela “Embrapa Suínos e Aves” em conjunto com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), relativos aos seguintes estados da federação: RS, SC, PR, PE, CE, SP, MG, MT, MS e GO.

A título de amostra serão utilizados os dados de custos mensais da produção de frangos de corte no período compreendido entre os anos de 2006 e 2009, relativos somente ao estado de Minas Gerais.

Os dados que compõem a amostra de pesquisa não sofrerão qualquer tipo de tratamento, caracterizando-se assim como a “matéria-prima” básica para a identificação dos custos fixos totais, custos variáveis totais, quantidades produzidas e, ainda, para a aplicação do ferramental estatístico relativo à regressão linear simples e/ou múltipla.

Para análise do grau de confiabilidade da modelagem pesquisada, serão utilizadas as técnicas estatísticas referentes ao coeficiente de correlação e o coeficiente de determinação e, ainda, testes envolvendo “estatística t ” para análise de significância do intercepto, “estatística t ” para análise de significância do coeficiente de inclinação ou coeficiente angular e, também, testes envolvendo a “estatística F ” para verificação da influência da variável “quantidade” sobre a variável “custo total”.

Uma vez que a aplicação da análise de regressão terá como base os dados de custos relativos aos meses dos anos de 2006 a 2008, para validação dos parâmetros de custos escolhidos, a modelagem pesquisada será aplicada aos dados reais relativos ao ano de 2009,

proporcionando assim, a avaliação do seu poder preditivo e o possível percentual de erro médio, se for o caso.

A aplicação de método estatístico da análise de regressão requer a utilização de um *software* que proporcione tanto precisão quanto agilidade no processo de compilação dos dados da amostra escolhida. Nessa parte do trabalho, serão empregadas planilhas eletrônicas que permitam, além da realização da análise de regressão propriamente dita, a elaboração de estimativas e testes para validação da modelagem proposta.

Martins (2000, p. 26) observa que pesquisas do tipo “empírico-analíticas” caracterizam-se, principalmente, pela coleta, tratamento e análise de dados de forma predominantemente quantitativa. Segundo Lakatos e Marconi (2008, p. 269), “no método quantitativo, os pesquisadores valem-se de amostras amplas e de informações numéricas [...]”.

Assim, a presente pesquisa classifica-se como um trabalho do tipo empírico-analítico, devidamente apoiado em métodos quantitativos estatísticos, cujo questionamento direcionador será: Levando-se em consideração os dados de gastos gerais disponibilizados pela Embrapa e pela CONAB referentes a empreendimentos econômicos do estado de Minas Gerais, cuja atividade operacional consista da criação manual de frangos para abate, é possível conceber um modelo matemático capaz de linearizar os custos e proporcionar a constituição de uma ferramenta de planejamento de gastos associados àquela atividade econômica?

3 Revisão bibliográfica

Ao abordar metodologias de custeamento aplicadas à atividade rural, Marion et al (1996, p. 53) afirmam que um sistema de custos voltado para agronegócios pode ser definido como “[...] um conjunto de procedimentos administrativos que registra, de forma sistemática e contínua, a efetiva remuneração dos fatores de produção empregados nos serviços rurais”. Os autores ainda complementam afirmando que o sistema de custos em questão deve oferecer bases para projeção dos resultados voltados para o processo de planejamento rural.

Especificamente sobre os objetivos de um levantamento de custos na agropecuária, Marion et al (1996, p. 62) apontam três objetivos fundamentais:

a. Custos para Avaliação dos Estoques (Custeio por Absorção)

São levantados pela contabilidade de custos tradicional, a fim de mensurar monetariamente os estoques de produtos acabados ou ainda em exploração e, ao fim de um exercício ou intervalo de tempo (mês, trimestre, semestre), apurar o resultado contábil da empresa.

b. Custos para Avaliação dos Estoques (Custeio Direto ou Variável)

Este método considera somente os custos variáveis para determinação dos custos de produção, ou seja, mão-de-obra direta, máquinas diretas e insumos agrícolas. Os custos fixos neste caso serão considerados como despesas correntes e debitadas diretamente nos resultados. Por esse motivo não é aceito pela legislação fiscal vigente, podendo ser utilizada somente na apuração de resultados gerenciais.

c. Custo Standard ou Padrão

Destinam-se a confrontar a realidade com os padrões de custo e outros tipos de previsões e metas contidos no planejamento empresarial. Evidentemente, muitos dos padrões estabelecidos vêm de controle.

Sobre metodologias de custeamento aplicadas a negócios agropecuários avícolas, Silva et al (2005) realizaram um trabalho enfocando, comparativamente, a aplicação prática dos conceitos de custeio variável e custeio por absorção. Para tanto, foram levantados dados e informações de uma empresa avícola que, segundo estes pesquisadores, é líder nacional na comercialização de pintos de 1 dia, ovos férteis e matrizes de corte. O trabalho teve por objetivo demonstrar e avaliar se a apuração dos custos na produção de ovos férteis estava

sendo realizada de maneira adequada, enquanto instrumento de apoio à tomada de decisões. Após a sua conclusão, a pesquisa permitiu constatar que o sistema de custeio adotado pela empresa era o custeamento por absorção e, mediante algumas simulações, os pesquisadores propuseram a mudança desta sistemática para a de custeamento variável. Sendo que, a empresa passou a adotar o modelo proposto como uma ferramenta adicional ao processo de gestão e mensuração dos seus dados de custos, isto, sem abandonar a sistemática de custeamento por absorção (SILVA et al 2005, p. 19).

Mais especificamente com relação às informações gerenciais voltadas para a estruturicultura (criação comercial de avestruzes) Joaquim (2002) realizou um estudo sobre empresas ligadas ao setor e propôs um modelo contábil aplicado. Naquela oportunidade, o rebanho nacional encontrava-se em fase de expansão, não apresentando ainda volume (escala) para o abate, conforme observou o autor. Joaquim (2002, p. 69) ainda fez importantes considerações sobre o posicionamento comercial dos empreendedores do ramo e o estágio evolucionário do conhecimento gerencial na estruturicultura, destacando-se:

Durante as pesquisas de campo, observou-se que parte dos produtores, visualizando o potencial de crescimento da área, buscou se estruturar comercialmente, procurando atingir alto grau de produtividade.

O empreendedor, embora tendo capacidade, criatividade e desejo de realizar, faz uso apenas da experiência profissional, apoiada em conhecimentos oriundos da prática, em sua tomada de decisões; revelando, quase sempre, desconhecimento na área gerencial e administrativa.

Posteriormente a Joaquim (2002), Rocha (2003) realizou um estudo sobre metodologias de custeamento aplicadas a um pequeno estabelecimento estruturicultor. Nesse estudo de caso, foi utilizada a sistemática de custeamento variável e a de fluxos de caixa descontados como ferramentas de apuração e controle de custos e análise do retorno do investimento, respectivamente. Sendo que, a abordagem proposta naquela oportunidade estava voltada para um criatório composto por nove aves adultas, três machos e seis fêmeas, objetivando a produção, criação e venda de filhotes (incubação e cria) com três meses de idade para o mercado de outros criadores (recria e engorda). Em suas conclusões, Rocha (2003, p.135) observa que a estruturicultura poderia tornar-se um segmento próspero e massificado. Entretanto, o autor também alertou para a necessidade de implementação de ferramentas gerenciais voltadas para o planejamento de custos.

Ainda no campo de pesquisa empírica aplicada a criação de aves, Hofer et al (2006) elaboraram um estudo de caso sobre a atividade estruturicultora enfocando o controle de custos e a viabilidade econômica do negócio. As autoras aplicaram a metodologia de custeamento variável em uma propriedade na região oeste do Paraná, no período de 01 de julho de 2004 a 30 de junho de 2005. Neste trabalho, segundo a metodologia empregada, concluiu-se que a atividade era viável para a empresa analisada, entretanto, necessitava da implantação de um sistema de controle de custos para auxiliar a tomada de decisões, bem como para controle do plantel.

Ao analisar metodologias de custeamento voltadas para a gestão de empreendimentos em geral, Martins (2003, p. 198) questiona a necessidade e a utilidade de se apropriar custos fixos à produção, afirmando que os custos fixos estão muito mais relacionados às condições necessárias à operação do processo produtivo (estrutura produtiva) e aos períodos de produção, devido a sua natureza repetitiva, do que com o volume produzido propriamente dito; justificando assim a adoção do sistema de custeamento variável para fins gerenciais.

Segundo Hansen e Mowen (2003, p. 88), os custos fixos são aqueles que no seu total, apresentam um comportamento constante, dentro de certos intervalos (volume) relevantes de atividade, em relação aos direcionadores de custos escolhidos.

Para Horngren et al (2004, p. 31), o volume de atividade em que o total dos custos fixos permanece inalterado denomina-se “faixa relevante”, podendo ser caracterizado como:

[...] a banda do nível ou volume normal de atividade em que há um relacionamento específico entre o nível de atividade ou volume e o custo em questão. Por exemplo, um custo fixo é fixo apenas em relação a determinada faixa (normalmente larga) da atividade ou volume total (na qual se espera que a empresa opere) e por período de tempo (normalmente um período orçamentário em particular).

Ainda segundo Hansen e Mowen (2003, p. 89), custos variáveis são aqueles cujo total varia em proporção direta às variações ocorridas no volume de atividade exercido por uma entidade, conforme os direcionadores de custos escolhidos.

Ao abordar o comportamento básico dos custos em relação ao volume de atividade de empreendimento (fixos ou variáveis), Maher (2001, p. 399) observa que tal comportamento serve de base para a realização de estimativas que ajudam os administradores a tomarem decisões mais acertadas com relação ao futuro. Nesse sentido, o autor destaca que são quatro as metodologias de estimativas normalmente utilizadas na prática:

- Estimativas de engenharia: são “estimativas de custos baseada na mensuração e precificação do trabalho envolvido em uma tarefa.” (MAHER, 2001, p. 399)
- Análise de contas: é um “método de estimação de custos que exige a análise de cada conta que compõe o custo que está sendo considerado”. (MAHER, 2001, p. 399)
- Diagrama e estimativas de alto-baixo: consiste em “interpretar dados apresentados em diagramas de custos e resultados de estimativas pelo método das atividades mais alta e mais baixa.” (MAHER, 2001, p. 401)
- Métodos estatísticos (análise de regressão, normalmente): consiste em “estimar custos utilizando a análise de regressão.” (MAHER, 2001, p. 405)

Sobre essa última metodologia, Downing e Clark (2006, p. 228) afirmam que a análise estatística por regressão linear simples permite analisar a relação entre duas variáveis, uma independente e outra dependente, sendo que, como resultado dessa análise, obtém-se uma reta que serve para estimar os valores provenientes do relacionamento entre as variáveis estudadas.

Downing e Clark (2006, p. 263) também destacam que pode-se realizar a análise estatística entre uma variável dependente e mais de uma variável independente com as quais aquela primeira está relacionada. Nesse, caso a análise de regressão recebe o nome de regressão linear múltipla.

Ao definir a análise de regressão, Braule (2001, p. 187) afirma que essa metodologia estatística, além de procurar identificar uma relação de dependência entre as variáveis analisadas, dá origem a uma função matemática capaz de explicar o comportamento de uma variável (dependente) em função de uma variável independente (regressão simples) ou mais variáveis independentes (regressão múltipla).

A regressão linear simples produz uma função matemática do tipo:

$$Y_i = ax + b$$

Nessa formulação, a variável “ Y_i ” é a estimativa obtida a partir dos valores de “ a ”, “ b ” e “ x ”. Constitui-se na variável cujo comportamento será estudado.

A variável “ a ” é o valor que multiplica “ x ” e faz com que a reta produzida, a partir da função dada, seja crescente ou decrescente. Ou seja, conforme observam Iezzi e Murakami

(2004, p. 116), para “a” > 0, a reta produzida por uma função linear será crescente em relação ao ponto (0;0) de um plano cartesiano, e, para “a” < 0, a reta produzida será decrescente em relação ao ponto (0;0). Assim, “a” é o valor que, multiplicado por “x” (a variável independente), produz a inclinação da reta em relação ao eixo das abscissas. Ainda com relação a essa variável, Downing e Clark (2006, p. 234) observam que ela também pode ser chamada de coeficiente angular da reta produzida pela regressão linear simples.

Ao analisar os demais componentes da formulação apresentada anteriormente ($Y_i = ax + b$), “b” é uma variável constante, ou seja, para qualquer que sejam os valores de “x”, a variável “b” apresentará sempre o mesmo valor em relação a “Y_i”. Logo, se a regressão linear produz uma reta, o valor atribuído à “b” é o ponto onde ela interceptará o eixo das ordenadas (DOWNING; CLARK, 2006, p. 234).

Finalmente, a variável “x” é o valor que explica o comportamento da variável dependente. Ou seja, é a variável cujo comportamento direciona o comportamento da estimativa, portanto, o comportamento da função “Y_i”.

Com relação à regressão linear múltipla, Martins (2005, p. 338) apresenta a seguinte formulação para sua definição:

$$Y_i = A + B_1X_{1i} + B_2X_{2i} + \dots + B_kX_{ki} + E_i$$

Sendo que:

Y_i = é a variável dependente ou variável de estudo;

A = é a variável constante do modelo em estudo;

X_{1i}, X_{2i}, ... , X_{ki} = são as variáveis independentes;

B_i = determina a contribuição da variável dependente X_i;

E_i = é o erro aleatório componente do modelo.

Ao relacionar a ferramenta estatístico da regressão linear simples com a estimativa de custos, procurando linearizar o seu comportamento e separar os custos totais de determinado período em dois componentes básicos (fixos e variáveis), Hansen e Mowen (2003, p. 88) propõem a seguinte equação:

$$Y = F + VX$$

Sendo que:

Y = Custo total (a variável dependente);

F = Componente do custo fixo (o parâmetro de intercepto);

V = Custo variável por unidade (o parâmetro de inclinação);

X = Medida de produção da atividade ou, ainda, quantidades (a variável independente).

Ao relacionar a ferramenta estatístico da regressão linear múltipla com a estimativa de custos, procurando linearizar o seu comportamento e separar os custos em dois componentes básicos (fixos e variáveis), porém, pressupondo a inclusão de mais uma variável independente, Hansen e Mowen (2003, p. 111) propõem a seguinte equação:

$$Y = F + V_1X_1 + V_2X_2$$

Ao levar em conta o raciocínio de Hansen e Mowen (2003, p. 111) adequado à formulação proposta por Martins (2005, p. 338), obtém-se a seguinte equação final para o custo total, mediante a aplicação da regressão linear múltipla:

$$Y = F + V_1X_1 + V_2X_2 + \dots + V_kX_k$$

Sendo que:

- Y** = Custo total (a variável dependente);
F = Componente do custo fixo (o parâmetro de intercepto);
V₁ = Item 01 de custo variável por unidade (o parâmetro de inclinação);
X₁ = Medida de produção da atividade ou, ainda, quantidades que influencia o item 1 do custo variável (a variável independente).
V₂ = Item 2 de custo variável por unidade (o parâmetro de inclinação);
X₂ = Medida de produção da atividade ou, ainda, quantidades que influencia o item 2 do custo variável (a variável independente).
V_k = Item “k” de custo variável por unidade (o parâmetro de inclinação);
X_k = Medida de produção da atividade ou, ainda, quantidades que influencia o item “k” do custo variável (a variável independente).

Ao abordarem o grau de confiabilidade das fórmulas de custos obtidas mediante o uso da análise de regressão, Hansen e Mowen (2003, p. 107) destacam, entre outras medidas igualmente importantes, o teste de hipótese dos parâmetros de custos escolhidos, o coeficiente de correlação e o coeficiente de determinação.

O teste de hipótese dos parâmetros de custos serve para indicar se os dados da amostra escolhida, diferentes de zero, servem para explicar os movimentos da variável dependente que, no caso desse trabalho, é o custo total.

O coeficiente de correlação, segundo Braule (2001, p. 179), é a ferramenta estatística capaz de medir o grau de relacionamento entre duas variáveis, sendo que, o dito coeficiente pode apresentar valores entre -1 e +1.

Braule (2001, p. 179) observa que se o coeficiente de correlação entre duas variáveis analisadas apresentar um valor próximo de +1 (um positivo), diz-se que existe um forte relacionamento entre as variáveis analisadas, onde ambas caminham na “mesma direção”. E, no caso do coeficiente de correlação entre duas variáveis analisadas apresentar um valor próximo de -1 (um negativo), diz-se que existe um forte relacionamento entre as variáveis analisadas, entretanto elas caminham em “direções opostas”. O autor também afirma que, quando o coeficiente de correlação apresentar-se mais próximo de zero, menor será o relacionamento entre as variáveis analisadas por esta técnica estatística.

No caso de análises de regressão aplicadas a custos, Hansen e Mowen (2003, p. 108) destacam que o coeficiente de correlação pode ser utilizado como uma medida capaz de determinar o percentual de ajustagem da modelagem obtida. Ou seja, quanto maior o coeficiente de correlação positivo, maior o poder explicativo do custo total em função das variáveis escolhidas para estimativa.

Com relação ao coeficiente de determinação, Hansen e Mowen (2003, p. 108) afirmam que ele é capaz de explicar quanto da variabilidade do custo total é explicada pelas variáveis escolhidas para estimativa. Assim, quanto maior (mais próximo de um positivo) o coeficiente de determinação, maior a ajustagem da modelagem encontrada mediante o uso da análise de regressão.

Com base no que foi discutido ao longo desse tópico, o presente trabalho de pesquisa pretende, a partir das planilhas de custos disponibilizadas pela Embrapa, realizar a análise do comportamento dos custos relacionados à produção manual de frangos para abate, no estado de Minas Gerais, e, se possível, propor um modelo matemático capaz de linearizar os custos dessa atividade, a fim de proporcionar uma ferramenta de planejamento de custos, mediante a utilização dos métodos estatísticos de regressão linear simples e/ou regressão linear múltipla.

4 Análise dos dados

Dentre as principais alternativas de produção do frango de corte, classificadas quanto às tecnologias de ambiência e de equipamentos empregados para o manejo alimentar e

acomodação, existem três modelos básicos de sistemas produtivos: (i) produção em galpões de operação manual, (ii) produção em galpões automatizados e (iii) produção em galpões climatizados (CANEVER et al, 1998, p. 82). Sendo que, em termos operacionais, a principal diferença entre esses sistemas reside no nível de automatização e tecnologia empregadas no processo produtivo.

Canever et al (1998, p. 82) afirmam que, no sistema manual, empregam-se comedouros e bebedouros mais simples, as cortinas para cobertura são elaboradas à base de ráfia e a calefação é feita com campânulas a gás de operação manual, enquanto, no sistema de galpões automatizados, o processo de alimentação e fornecimento de água são automatizados e o aquecimento é realizado por campanas a gás sensorizadas. No caso dos galpões climatizados, os autores destacam que existem equipamentos computadorizados que regulam o fornecimento de alimentação, a temperatura, a umidade e velocidade do vento, além de cortinas impermeáveis.

De uma forma geral, pode-se perceber que o processo produtivo manual é bem mais simples e muito mais trabalhoso que os outros dois. Pois, este sistema caracteriza-se pela utilização de equipamentos manuais de alimentação, fornecimento de água e aquecimento, demandando mão de obra constante para a operação e o abastecimento dos equipamentos.

Apesar das planilhas de custos fornecidas pela unidade de suínos e aves da Embrapa apresentarem os custos operacionais relativos aos três sistemas produtivos em questão, neste trabalho, optou-se pela pesquisa relativa aos custos do sistema de produção manual.

As planilhas disponibilizadas pela “Embrapa Suínos e Aves”, referentes aos custos de 2006, 2007, 2008 e 2009, relativas ao estado de Minas Gerais, separam os custos, totais e unitários, em fixos e variáveis, conforme descrição apresentada a seguir no Quadro 1.

1. Custos Variáveis (B)	2. Custos Fixos
1.1 – Cama	2.1 - Depreciação das Instalações
1.2 – Calefação	2.2 - Depreciação dos Equipamentos
1.3 - Energia Elétrica	2.3 - Remun. s/ Capital Médio p/ Inst. e Equip.
1.4 – Água	2.4 - Remuneração s/ Capital de Giro
1.5 - Mão de Obra do Integrado	
1.6 - Mão de Obra de Carregamento	
1.7 - Manutenção das Instalações	
1.8 – Seguro	
1.9 – Eventuais	

Fonte: Acervo dos autores

Quadro1 - Descrição da separação dos custos informados pelas planilhas da “Embrapa Suínos e Aves”

Conforme pode ser constatado Quadro 1, nas informações contidas nas planilhas de custos da “Embrapa Suínos e Aves”, os gastos relativos às despesas financeiras (“Remun. s/ Capital Médio p/ Inst. e Equip.” e “Remuneração s/ Capital de Giro”) foram tratados como custos de natureza fixa. Entretanto, no processo de análise empregado nesta pesquisa, as despesas financeiras foram excluídas da categoria de custos fixos. Assim, no processo de análise estatística para obtenção da modelagem matemática capaz de prever os custos relativos à produção de frangos para abate em Minas Gerais, só foram considerados os custos propriamente ditos.

Outro ponto relevante a ser destacado com relação às informações contidas nas planilhas utilizadas nesta pesquisa é o fato delas informarem as quantidades produzidas mensalmente em lotes múltiplos de 5.000 unidades. Ou seja, independentemente das quantidades efetivamente produzidas, os valores informados são arredondados para o múltiplo de 5.000 mais próximo. Por exemplo, em janeiro de 2007, a Embrapa informou uma produção de 25.000 frangos, entretanto, ao dividir o custo variável total pelo custo variável unitário, ambos informados nas planilhas de custo da Embrapa, a quantidade produzida foi de 25.131

frangos. Assim, no processo de análise empregado neste trabalho, foram consideradas as quantidades obtidas mediante a divisão do custo variável total pelo custo unitário. Dessa forma, quantidade total produzida por mês e o respectivo custo total mensal encontram-se detalhados na Tabela 1, apresentada a seguir.

Tabela 1 – Relação das quantidades produzidas e custos totais por mês

2006			2007			2008		
Mês	Produção ¹	Custo Total	Mês	Produção ¹	Custo Total	Mês	Produção ¹	Custo Total
Jan.	16.835	R\$ 4.366	Jan.	25.131	R\$ 7.438	Jan.	25.067	R\$ 7.673
Fev.	16.835	R\$ 4.366	Fev.	25.131	R\$ 7.438	Fev.	24.945	R\$ 7.820
Mar.	16.729	R\$ 4.678	Mar.	25.131	R\$ 7.438	Mar.	24.904	R\$ 7.021
Abr.	16.767	R\$ 4.737	Abr.	25.142	R\$ 7.441	Abr.	24.947	R\$ 7.119
Mai.	16.785	R\$ 4.724	Mai.	25.142	R\$ 7.441	Mai.	24.954	R\$ 7.068
Jun.	16.785	R\$ 4.724	Jun.	25.077	R\$ 7.575	Jun.	24.941	R\$ 7.987
Jul.	16.820	R\$ 5.102	Jul.	25.049	R\$ 7.593	Jul.	24.927	R\$ 7.922
Ago.	25.013	R\$ 7.084	Ago.	25.049	R\$ 7.593	Ago.	24.923	R\$ 7.916
Set.	25.129	R\$ 7.438	Set.	25.049	R\$ 7.593	Set.	25.031	R\$ 8.175
Out.	25.051	R\$ 7.519	Out.	25.049	R\$ 7.593	Out.	25.018	R\$ 8.110
Nov.	25.055	R\$ 7.520	Nov.	25.049	R\$ 7.593	Nov.	25.019	R\$ 8.111
Dez.	-	-	Dez.	25.049	R\$ 7.593	Dez.	25.039	R\$ 8.186
Totais	217.804	R\$ 62.257	Totais	301.048	R\$ 90.330	Totais	299.715	R\$ 93.110

(1) Produção em quantidade de frangos (unidade)

Fonte: Acervo dos autores

Iniciados os trabalhos de análise estatística dos dados extraídos das planilhas Embrapa, pôde-se perceber que a única variável quantitativa relacionada aos custos informados era a quantidade de aves produzidas. Logo, constatou-se que não seria possível realizar qualquer tipo de análise ou estimativa que envolvesse a metodologia de regressão linear múltipla.

Aplicada a metodologia de regressão linear simples aos dados de custos total mensal e produção mensal dos anos 2006, 2007 e 2008, obteve-se uma modelagem ($Y = F + VX$) cujo coeficiente angular (V) é igual 0,355856 e o parâmetro de intercepto (F) tem valor igual a -1.302,72, conforme resumo dos coeficientes e equação encontrados no processo de regressão linear simples demonstrado no Quadro 2, apresentado a seguir.

Coefficientes da equação	Valores e equação
Intercepto de y	-1.302,72
Variável X1	0,355856
Equação pesquisada	$Y = -1.302,72 + 0,355856X$

Fonte: Acervo dos autores

Quadro 2 - Resumo dos coeficientes encontrados no processo de regressão linear simples

Ao analisar as estatísticas da regressão, apresentadas mais adiante no Quadro 3, pode-se constatar que a regressão linear apresentou um coeficiente de correlação (R múltiplo) de 0,9670. Isto indica que existe um alto grau de relacionamento entre as variáveis “custo total” e “quantidade produzidas”. Ou seja, uma vez que este coeficiente é positivo e muito próximo de +1 (um positivo), pode-se afirmar que o custo total da produção de frangos em Minas Gerais, cujos montantes foram informados pelas planilhas da divisão de suínos e aves da Embrapa, caminha no mesmo sentido das quantidades produzidas e, ainda, que essas quantidades influenciam fortemente a composição do custo total da produção.

Tipo de estatística	Valores
R múltiplo	0,9670
R-Quadrado	0,9350
Estatística <i>t</i> para teste de significância do intercepto	-3,3777
Estatística <i>t</i> para teste de significância do coeficiente angular	21,7912
Estatística <i>F</i> para testar o efeito da variável quantidade sobre a variável custo total:	474,8574

Fonte: Acervo dos autores

Quadro 3 - Resumo das estatísticas do processo de regressão linear simples

Conforme pôde ser constatado anteriormente no Quadro 2, o sinal do coeficiente da variável quantidade (coeficiente angular) teoricamente está correto. O sinal do intercepto estimado da função (parâmetro constante), que teoricamente deveria ser positivo, é negativo. Todavia, esse resultado, que provavelmente se deve ao pequeno tamanho da amostra, não invalida o modelo. Pois, os testes *t* de significância dos parâmetros estimados (intercepto e coeficiente angular) rejeitaram a hipótese nula, de onde se conclui que ambos os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ao nível de 5% de probabilidade de erro. O teste *F* confirma também a rejeição da hipótese de efeito nulo da variável quantidade sobre a variável custo total. O coeficiente de determinação de 0,9350 indica que a variável quantidade explica 93,5% das variações no custo total.

Ao aplicar os coeficientes encontrados mediante regressão linear simples ($Y = -1.302,7200 + 0,3558X$) às quantidades reais relativas à produção mensal de frangos em 2009 informada pela “Embrapa Suínos e Aves”, obteve-se um erro médio de -R\$ 1.631,32/mês (um mil seiscentos e trinta e um reais e trinta e dois centavos negativos), o que representa cerca de -17%/mês em relação ao custo real incorrido nos meses daquele mesmo ano. Portanto, uma estimativa sub-avaliada, conforme evidenciado um pouco mais adiante na Tabela 2.

Tabela 2 – Resumo da aplicação da modelagem encontrada ($Y = -1302,7200 + 0,3558X$), com base nas quantidades produzidas reais mensais de 2009

Mês	Dados reais (2009)		Estimativa		
	Produção ¹	Custo Total	Custo Total ²	Diferença (R\$) [Estimativa-Real]	Diferença (%) [Estimativa-Real/Real]
Jan.	25.057	R\$ 8.318	R\$ 7.614	(R\$ 704)	-8,46%
Fev.	25.015	R\$ 8.479	R\$ 7.599	(R\$ 880)	-10,38%
Mar.	24.974	R\$ 9.481	R\$ 7.584	(R\$ 1.896)	-20,00%
Abr.	24.994	R\$ 9.513	R\$ 7.592	(R\$ 1.921)	-20,20%
Mai.	25.037	R\$ 9.679	R\$ 7.607	(R\$ 2.072)	-21,41%
Jun.	24.991	R\$ 9.610	R\$ 7.590	(R\$ 2.020)	-21,02%
Jul.	24.967	R\$ 9.469	R\$ 7.582	(R\$ 1.887)	-19,93%
Ago.	24.999	R\$ 9.531	R\$ 7.593	(R\$ 1.937)	-20,33%
Set.	25.090	R\$ 9.890	R\$ 7.626	(R\$ 2.264)	-22,90%
Out.	25.012	R\$ 7.562	R\$ 7.598	R\$ 36	0,48%
Nov.	25.002	R\$ 9.610	R\$ 7.594	(R\$ 2.016)	-20,98%
Dez.	25.001	R\$ 9.608	R\$ 7.594	(R\$ 2.014)	-20,96%
Totais	300.139	R\$ 110.750	R\$ 91.174	(R\$ 19.576)	
Média/mês	25.012	R\$ 9.229	R\$ 7.598	(R\$ 1.631)	-17,17%

(1) Produção em quantidade de frangos (unidade)

(2) Valores estimados considerando uma variável constante (intercepto) de -1.302,7200

Fonte: Acervo dos autores

Ao se levar em consideração que a regressão linear realizada teve como base, além das quantidades de frangos produzidos, dados de custos e, em função disso, tanto a variável constante (-1.302,7200) quanto o coeficiente angular encontrado (0,3558) são dados relativos aos custos fixos e custos variáveis, respectivamente, e, ainda, que esses valores devem ser expressos em moeda (R\$), cuja natureza é de um valor absoluto, procedeu-se a aplicação da modelagem pesquisada à produção real de 2009, porém, considerando um valor positivo para a variável constante encontrada inicialmente. Ou seja, aplicou-se a equação $Y=+1.302,7200+0,3558X$ aos dados reais de produção de 2009.

Após realizar a substituição do parâmetro constate inicial (um valor negativo) por um valor positivo, pôde-se constatar que o erro médio do modelo alterou-se de -17% (17% negativos), para +11,23% (11,23% positivos), em relação aos dados reais de 2009, conforme poderá ser constatado na Tabela 3, apresentada a seguir.

Tabela 3 – Resumo da aplicação da modelagem encontrada inicialmente, porém com um parâmetro constante positivo ($Y= +1302,7200 + 0,3558X$), com base nas quantidades produzidas reais mensais de 2009

Mês	Dados reais (2009)		Estimativa		
	Produção ¹	Custo Total	Custo Total ²	Diferença (R\$) [Estimativa-Real]	Diferença (%) {[Estimativa-Real]/Real}
Jan.	25.057	R\$ 8.318	R\$ 10.219	R\$ 1.902	22,87%
Fev.	25.015	R\$ 8.479	R\$ 10.204	R\$ 1.725	20,35%
Mar.	24.974	R\$ 9.481	R\$ 10.190	R\$ 709	7,48%
Abr.	24.994	R\$ 9.513	R\$ 10.197	R\$ 684	7,19%
Mai.	25.037	R\$ 9.679	R\$ 10.212	R\$ 533	5,51%
Jun.	24.991	R\$ 9.610	R\$ 10.196	R\$ 586	6,10%
Jul.	24.967	R\$ 9.469	R\$ 10.187	R\$ 718	7,59%
Ago.	24.999	R\$ 9.531	R\$ 10.199	R\$ 668	7,01%
Set.	25.090	R\$ 9.890	R\$ 10.231	R\$ 341	3,45%
Out.	25.012	R\$ 7.562	R\$ 10.203	R\$ 2.642	34,94%
Nov.	25.002	R\$ 9.610	R\$ 10.200	R\$ 590	6,14%
Dez.	25.001	R\$ 9.608	R\$ 10.199	R\$ 591	6,15%
Totais	300.139	R\$ 110.750	R\$ 122.439	R\$ 11.689	
Média/mês	25.012	R\$ 9.229	R\$ 10.203	R\$ 974	11,23%

(1) Produção em quantidade de frangos (unidade)

(2) Valores estimados considerando uma variável constante de +1.302,7200

Fonte: Acervo dos autores

Diante dessa constatação, procedeu-se um novo teste para definição da modelagem a ser aplicada no processo de estimativa dos custos relacionados à produção de frangos para abate, no estado de Minas Gerais, com base nos dados de custos disponibilizados pelas planilhas da “Embrapa Suínos e Aves”.

Com o auxílio de planilhas eletrônicas, foram gerados 2.606 números aleatórios compreendidos entre -1.303 ($\cong -1.302,71$) e +1.303 ($\cong +1.302,71$), e cada um destes números aleatórios foi combinado com aquela modelagem encontrada inicialmente ($Y=-1.302,7200+0,3558X$). Porém, o parâmetro constante da equação inicial (-1.302,7200) foi substituído por cada um dos números gerados aleatoriamente pela planilha eletrônica e produzindo-se assim, uma equação de custo total (Y) diferente para cada um daqueles números aleatórios, conforme exemplificação demonstrada no Quadro 4, apresentado um pouco mais adiante.

A seguir, tomando por base todos os custos totais estimados produzidos a partir da equação modificada com números aleatórios, pôde-se perceber que, para uma produção média

em torno de 25.012 unidades (média mensal de 2009), o percentual de erro médio (diferenças entre o valor real de 2009 e os custos estimados) girou em torno de -3.6%, independentemente de se utilizar uma variável constante com valor positivo ou valor negativo, respeitado o intervalo de -1.303 até +1.303. Isto, por sua vez, demonstrou que a modelagem encontrada pode ser mais sensível a variações de quantidades produzidas do que a adoção de um valor positivo para a variável de intercepto, ou melhor, variável constante.

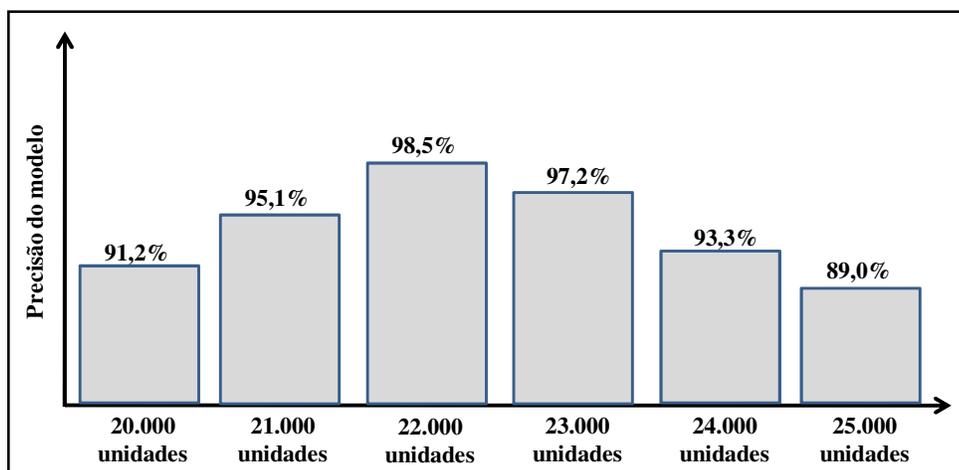
n. aleatório	Equação Modificada (Constante = n.aleatório)	Custo total mensal estimado com base na equação modificada e na produção média mensal de 2009 ¹
-1303	$Y = -1303 + 0,3558X$	$Y = 1303 + 0,3558 (25.012) = R\$ 7.596$
...
360	$Y = 360 + 0,3558X$	$Y = 360 + 0,3558 (25.012) = R\$ 9.259$
539	$Y = 539 + 0,3558X$	$Y = 539 + 0,3558 (25.012) = R\$ 9.438$
-759	$Y = -759 + 0,3558X$	$Y = -759 + 0,3558 (25.012) = R\$ 8.140$
-349	$Y = -349 + 0,3558X$	$Y = -349 + 0,3558 (25.012) = R\$ 8.550$
...
1303	$Y = 1303 + 0,3558X$	$Y = 1303 + 0,3558 (25.012) = R\$ 10.202$

(1) Produção média mensal em 2009 = 25.012 unidades (Conforme já informado anteriormente, ao final da segunda coluna das Tabelas 2 e 3.

Fonte: Acervo dos autores

Quadro 4 – Exemplificação da geração e combinação de números aleatórios com a modelagem encontrada inicialmente ($Y = n.aleatório + 0,3558X$). Sendo que: $-1.303 \leq n. aleatório \leq +1.303$

Para medir a sensibilidade do modelo encontrado em relação às variações de quantidades produzidas, novamente, levou-se em conta quantidade média produzida em 2009, no estado de Minas Gerais, ou seja, 25.012 frangos para abate. Além disso, assumiu-se um valor de R\$1.302,72 para a variável constante da modelagem encontrada mediante regressão linear, portanto, $Y = R\$1.302,72 + R\$0,3558X$. Assim, a partir de simulações que contaram com o auxílio de planilhas eletrônicas de cálculo e suas funções para testes de hipóteses, foi possível perceber que o modelo é quase que preciso (erro médio de $\cong 1,05\%$) quando a produção atinge uma quantidade média mensal de 22.000 unidades. A partir daí, para qualquer simulação com intervalos de ± 1.000 unidades, o modelo indicou um percentual de erro em torno de $\pm 3,5\%$, conforme resumido na Figura 1, apresentada seguir.



Fonte: Acervo dos autores

Figura 1 – Grau de precisão da modelagem pesquisada

Diante dos dados apresentados e com base nas análises realizadas, percebe-se que, apesar do coeficiente de intercepto da modelagem encontrada, representativo do custo fixo, ter apresentado inicialmente um sinal negativo, a sua adoção com um sinal positivo não invalida o modelo resumido no Quadro 5, apresentado a seguir. Aliás, conforme já dito anteriormente, a sua adoção com sinal positivo diminuiu o percentual de erro em relação aos custos e quantidades reais de 2009 (de uma sub-estimativa de -17% para uma super-estimativa de +11%).

$Y=1.302,72+0,3558X$
Custo total estimado = R\$1.302,72 + R\$0,3558X
Sendo que, x = quantidades produzidas

Fonte: Acervo dos autores

Quadro 5 – Modelagem proposta para estimativa dos custos da produção de frangos pelo sistema manual, em Minas Gerais, aplicável para um volume de produção de 20.000 a 25.000 unidades

Ainda tomando por base a aplicação da modelagem resumida no Quadro 5, ao se levar em conta às quantidades reais da produção de 2009 e o comparativo dos respectivos custos reais, pôde-se perceber que o modelo proposto atinge a sua eficiência máxima quando as estimativas giram em torno de 22.000 unidades. Porém, admitindo-se uma margem de erro de até 11%, o modelo proposto é válido para o planejamento de custos de uma produção entre 20.000 e 25.000 unidades.

5 Considerações finais

Este trabalho buscou propor uma modelagem matemática capaz de permitir o planejamento de custos na criação de frangos para abate, no sistema de produção com aviários operados manualmente, dentro do estado de Minas Gerais. Tudo isso, tomando como base de dados as informações de custos deste tipo de agronegócio nos anos de 2006, 2007 e 2008, disponibilizadas pela divisão de suínos e aves da Embrapa.

Para tanto, além da metodologia estimativa de regressão linear simples, esta pesquisa valeu-se de indicadores e testes estatísticos para validação dos coeficientes, linear e angular, encontrados mediante esse processo de trabalho empírico-analítico.

Adicionalmente, para validação do modelo proposto, realizou-se a sua aplicação levando-se em conta a produção real mensal de 2009 e, ainda, a comparação entre os custos estimados com base no modelo proposto e os custos reais de 2009.

Verificou-se que o modelo proposto é satisfatório para uma estimativa de produção compreendida entre 20.000 e 25.000 unidades de produção, desde que seja admitida uma margem de erro de $\pm 11\%$. Caso as estimativas de produção fiquem entre 21.000 unidades e 24.000 unidades, a margem de erro do modelo proposto cai para $\pm 7\%$. Pode-se afirmar que a modelagem proposta atinge o seu ponto ótimo quando as estimativas de produção giram em torno de 22.000 unidades. Pois, neste caso, a margem de erro fica em torno de $\pm 1,5\%$.

Recomenda-se para estudos futuros a aplicação da metodologia de estimativa adotada neste trabalho, porém, aplicada aos outros dois sistemas de produção cujos dados de custos são disponibilizados nas planilhas da Embrapa, ou seja, o sistema de aviários automatizados e o sistema de aviários climatizados. Recomenda-se, também, a aplicação dessa mesma metodologia a outros estados da federação, cujos dados de custos e produção também são disponibilizados pela divisão de suínos e aves da Embrapa.

Referências

BRASIL. Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio do Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Agronegócio brasileiro: desempenho do comércio exterior**. 2. ed. Brasília: MAPA/SRIA/DPIA/CGOE, 2006.

BRAULE, Ricardo. **Estatística aplicada com excel: para cursos de administração e economia**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

CANEVER, M.D. et al. Mudanças tecnológicas na avicultura do oeste catarinense. In: CONFERÊNCIA APINCO 1998 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS – TRABALHOS DE PESQUISA AVÍCOLA. **Anais...** Campinas: 1998. p. 82. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/apinco1998_p82.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2009.

DOWNING, Douglas; CLARK, Jeffrey. **Estatística aplicada**. Tradução: Alfredo Alves de Farias. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Histórico**. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/?ids=Sn4r807z>>. Acesso em: 03 jun. 2009.

_____. **Informações técnico-científicas**. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/?ids=Sn6p54k7p>>. Acesso em: 03 jun. 2009.

_____. **Localização**. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/?ids=Sp1b7d9x>>. Acesso em: 03 jun. 2009.

HANSEN, Don R; MOWEN, Maryanne M.. **Gestão de custos: contabilidade e controle**. Tradução: Robert Brian Taylor. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

HOFER, Elza et al. Custos de produção aplicados à atividade da estruticultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 13., 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Brasileira de Custos, 2006. Disponível em: <http://www.abcustos.org.br/texto/viewpublic?ID_TEXTO=1910>. Acesso em: 03 fev. 2009.

HORNGREN, Charles T. et al. **Contabilidade de custos: uma abordagem gerencial**. Tradução: Robert Brian. v.1. 11. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

IEZZI, Gelson; MURAKAMI, Carlos. **Fundamentos da matemática elementar, 1: conjuntos, funções**. v.1. 8. ed. São Paulo: Atual, 2004.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

JOAQUIM, Jonas. **Modelo contábil aplicado à estruticultura**. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Programa de Pós-graduação em Ciências Contábeis e Financeiras da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

MAHER, Michael. **Contabilidade de custos: criando valor para a administração**. Tradução: José Evaristo dos Santos. São Paulo: Atlas, 2001.

MARION, José Carlos et al. **Contabilidade e controladoria em *agribusiness***. São Paulo: Atlas, 1996.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estatística geral e aplicada**. São Paulo: Atlas, 2005.

_____. **Manual para elaboração de monografias e dissertações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

ROCHA, João Bosco da. **Estruticultura**: uma abordagem sobre aplicação de custos voltada a pequenos empresários. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Programa de Pós-graduação em Ciências Contábeis e Financeiras da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

SELL, Isair. Utilização da regressão linear como ferramenta de decisão na gestão de custos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS. 12., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Custos, 2005. Disponível em: <http://www.abcustos.org.br/texto/viewpublic?ID_TEXTO=581>. Acesso em: 10 jan. 2008.

SILVA, Maurício dos Santos et al. Formação de custos na produção de ovos férteis de matrizes de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS. 12., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Custos, 2005. Disponível em: <http://www.abcustos.org.br/texto/viewpublic?ID_TEXTO=581>. Acesso em: 10 jan. 2008.