

***Análise Prospectiva do Consumo de um Produto  
para efeito de Planejamento de Negócios***  
***- estudo baseado na Regressão e Correlação Múltiplas***

*Héber Lavor Moreira*

---

**Professor da Universidade Federal do Pará - UFPA**

***Resumo***

O presente estudo, parte da necessidade de predizer estimativa de consumo de um produto. No caso em foco, carne de frango, para dar subsídio à tomada de decisão para implantar um projeto industrial para abate e comercialização avícola.

Tenta-se, através da análise de uma série histórica e utilizando a Regressão e Correlação Múltiplas, inferir estimativa de consumo que justifique a viabilidade econômica do projeto.

**Abstract**

This study comes from the necessity of an estimating preview of product consumption. In the studied case, chicken meat, to give support to the decision making of setting a new industry project for consumption of these chickens.

Through the analysis of an historical series and using the Multiple Correlation and Regression, we try to find out an estimate of consumption that may justify the economic feasibility of the project.

**Palavras-Chave**

Projeto Industrial, Frango, Carne, Regressão, Correlação.

**Key Worlds**

Industry Project, Chicken, Meat, Regression, Correlation

## Introdução

Com o aumento da competitividade e a simultânea busca pela ampliação de mercado, tornou-se mister a análise aprofundada das alternativas de investimento, haja vista a elevação do custo de capital para novos empreendimentos.

Afora isso, realocar recursos volumosos para uma nova alternativa de aplicação, amplificou a necessidade de estudos para minimizar o risco além daquele inerente ao mercado.

Diante desses fatos, é que se propõe avaliar neste estudo, a criação de um empreendimento industrial para o abate e comercialização de frango na região amazônica, com base nos estudos históricos do consumo e renda nacionais.

## Premissas Básicas Questionadas

A avaliação histórica dos elementos de consumo e renda no Brasil, permitem a predição de dados indispensáveis ao planejamento empresarial, bem como a boa gestão dos negócios.

No caso em foco, pretende-se avaliar as hipóteses formuladas no estudo proposto, com base na técnica da regressão e correlação múltiplas.

## Dados Básicos e Análise dos Dados

É bem verdade que, em muitos casos uma variável pode estar relacionada com outras duas ou mais variáveis. Assim sendo, podemos ajustar um modelo, que permita descrever uma relação linear existente entre uma variável dependente  $Y$  e duas ou mais variáveis independentes  $X$ , ou seja, diversas variáveis explicativas, podem ser utilizadas para prever o valor de uma variável dependente. Nosso interesse agora é o estudo do modelo de regressão com mais

variáveis independentes, visando a melhor compreensão do comportamento da variável dependente.

Quando transformamos um modelo econômico com mais de uma variável explicativa em seu modelo estatístico correspondente, passamos a designá-lo como **modelo de regressão múltipla**.

**Modelo Geral:**

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon$$

Onde:

**K = número de variáveis “independentes”. (As variáveis independentes são chamadas também variáveis preditoras ou variáveis X).**

**$\hat{Y}$  = valor preditor da variável dependente Y (calculado a partir da equação de regressão múltipla).**

**$X_1, X_2, \dots, X_k$ , são as variáveis independentes.**

**$\beta_0$  = intercepto Y, ou valor de Y quando todas as variáveis preditoras são zero.**

**$b_1$  = estimativa de  $\beta_0$ , baseada nos dados amostrais.**

**$\beta_1$  = inclinação de Y em relação à variável  $X_1$ , mantendo constantes as variáveis  $X_2, X_3, \dots, X_k$ .**

**$b_1$  = estimativa de  $\beta_0$ , baseada nos dados amostrais.**

**$\beta_2$  = inclinação de Y em relação à variável  $X_2$ , mantendo constantes as variáveis  $X_1, X_3, \dots, X_k$ .**

.  
. .  
.

**$\beta_k$  = inclinação de Y em relação à variável  $X_k$ , mantendo constantes as variáveis  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ .**

**$\varepsilon_i$  = erro aleatório em Y, para a observação i.**

**Modelo de três Variáveis:** Tal modelo envolve apenas três variáveis: uma dependente (Y) e duas independentes ( $X_1$  e  $X_2$ ), isto é:  $Y = f(X_1, X_2)$ .

### Aplicação do Modelo

A aplicação será realizada para a função de demanda brasileira de carne de frango, em função do preço real da carne de frango, no Brasil, no ano t, em R\$/kg e a renda real per capita do consumidor brasileiro (no caso é o PIB dividido pela população residente), no ano t, em R\$/hab.

**Tab.1- Consumo de carne de frango, o preço real e a renda , Brasil (1989-1997)**

A	B	C	D
Ano	Q (kg/hab)	$P_f$ (R\$/kg)	R (R\$/hab)
1989	12,4	0,92	2893
1990	13,4	0,88	3042
1991	15	0,66	2617
1992	16	0,6	2526
1993	17	0,55	2892
1994	18,5	0,52	3675
1995	22,5	0,5	4602
1996	22	0,6	4738
1997	23	0,5	4739

FONTE: Revista Conjuntura Econômica – FGV – p. 52 - 1987

A análise será iniciada com a especificação do modelo, descrição das variáveis e apresentação das hipóteses. Depois passa-se à estimação dos parâmetros passo a passo via Excel.

**Estimação do Modelo:**  $Q = b_0 + b_1P + b_2R + \varepsilon$

### Descrição das Variáveis

**Q:** é a quantidade per capita de carne de frango demandada (ou consumo aparente = produção + importação - exportações), no Brasil, no ano t, em kg/hab;

**P:** é o preço real da carne de frango, no Brasil no ano  $t$ , em R\$/kg;

**R:** é a renda real per capita do consumidor brasileiro (no caso é o PIB dividido pela população residente), no ano  $t$ , em R\$/hab.

### Hipóteses Teóricas

$H_0: b_0 = 0$  de que o intercepto é zero, ou seja quando os preços do frango forem zero não haverá consumo;

$H_a: b_0 > 0$  de que independentemente do preço e da renda, haverá consumo de carne de frango.

$H_0: b_1 = 0$  de que os preços não influenciam as quantidades demandadas de carne de frango;

$H_a: b_1 < 0$  de que os preços apresentam uma correlação negativa com a quantidade demandada de carne de frango, indicando que o efeito será inverso sobre as quantidades (lei da demanda).

$H_0: b_2 = 0$  de que a renda não influencia o consumo de carne de frango;

$H_a: b_2 > 0$  de que a renda apresenta uma correlação positiva com o consumo, indicando que o efeito será direto sobre demanda (Teoria do Consumidor).

### Estimativas dos parâmetros de MQO (Mínimos Quadrados Ordinários), usando o Excel.

Tomando os dados das colunas **B**, **C** e **D** da Tabela 1.1, o processo de estimação dos parâmetros e das estatísticas, por meio do Excel, é realizado da seguinte maneira:

1. Abre o menu **Ferramentas** e escolhe-se a opção análise de dados:
2. Escolhe-se **regressão** e preenche a tela: **intervalo Y:** B2:B10; **intervalo X:** C2: D10; **intervalo de saída:** F2 (ou outra célula para onde você queira destinar a resolução dos dados no Excel)

Pelo que se observa, os dados da variável dependente **Q**, estão na coluna, no intervalo de B2 até B10 e das variáveis explicativas estão nas colunas **C**

(variável preço **P**) e **D** (variável renda **R**), iniciando em C2 e findando em D10. Os resultados da estimação são os seguintes:

#### Estatística de regressão

<b>R múltiplo</b>	<b>0,993</b>
R-Quadrado	0,986
R-quadrado ajustado	0,981
Erro padrão	0,544
Observações	9

#### ANOVA- ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Fontes de variação	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	2	125,706	62,853	212,276	0,000
Resíduo	6	1,777	0,296		
Total	8	127,482			

#### ESTIMATIVAS DOS COEFICIENTES DE REGRESSÃO

Parâmetro	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P
Interseção ( $b_0$ )	15,461	1,520	10,169	0,0001
Variável X 1 ( $b_1$ )	-12,032	1,408	-8,547	0,0001
Variável X2 ( $b_2$ )	0,003	0,000	11,820	0,0000

### Apresentação e análise dos resultados

Os resultados incluem as estimativas dos parâmetros e sua respectivas estatísticas  $t$  (entre parênteses). Também são incluídos os coeficientes de determinação múltipla simples e ajustado por grau de liberdade, a estatística  $F$  e os coeficientes de elasticidade preço e elasticidade renda, dado por :

$$\varepsilon = (\partial Q / \partial P) \cdot (P / Q) \text{ (elasticidade - preço)}$$

$$\varepsilon = (\partial Q / \partial R) \cdot (R / Q) \text{ (elasticidade - renda)}$$

$$Q = 15,461 - 12,032P + 0,00282R$$

$$(10,1691) \quad (-8,547) \quad (11,820)$$

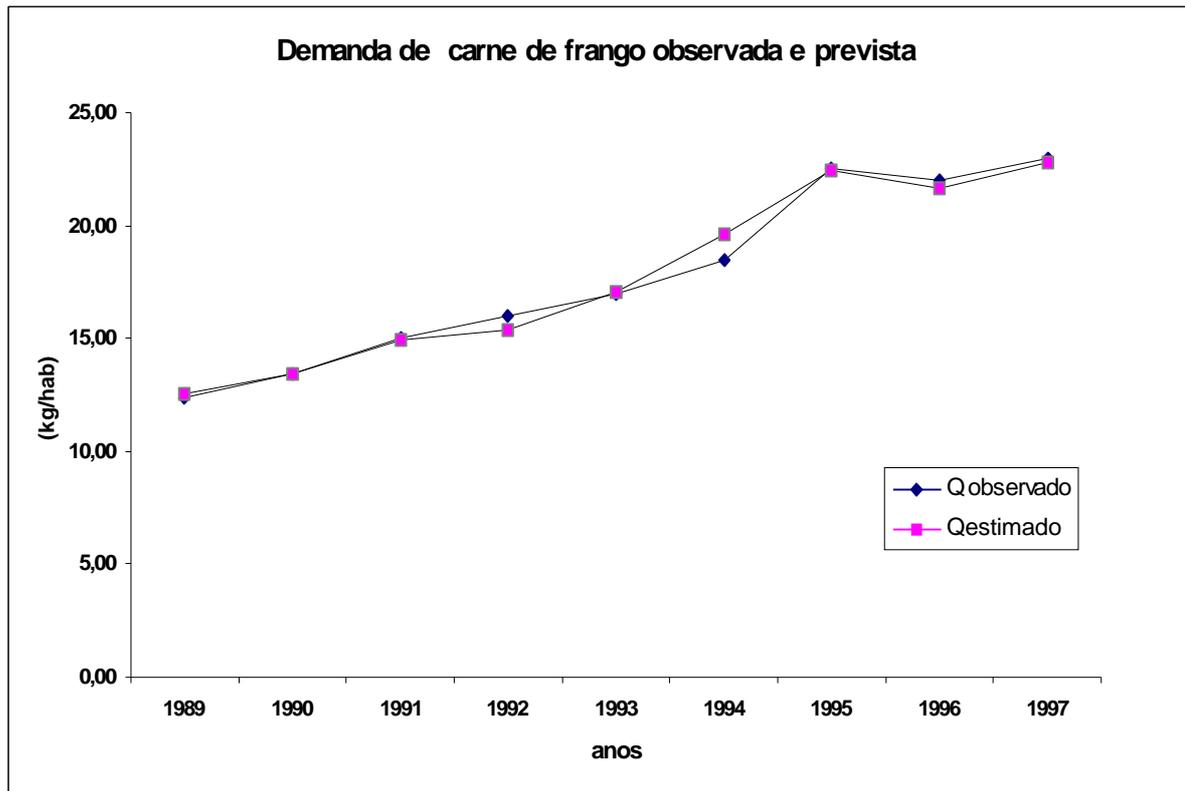
$$R^2 = 0,986; \bar{R}^2 = 0,981; F(2, 6 \text{ gl}) = 212,28$$

$$\varepsilon_p = -0,431;$$

$$\varepsilon_r = 0,561$$

### *Interpretação estatística dos resultados*

1. Os parâmetros são estatisticamente diferentes de zero a 1% de probabilidade de erro, atestando a veracidade dos postulados teóricos;
2. O coeficiente de determinação ajustado para os graus de liberdade, da ordem de 0,981 indica que 98,1% das variações nas quantidades demandadas de carne de frango são explicadas pelas variações simultâneas nos preços da carne de frango e na renda do consumidor a partir do modelo de regressão múltipla - ajustado para o número de variáveis de previsão e para o tamanho da amostra; assim como o  $R^2$  o coeficiente de determinação múltipla, calculado em 0,986, pode ser interpretado de modo a significar que, a partir da amostra, 98,6% da variação no consumo de carne de frango podem ser explicados pela variação média do preço da carne de frango e pela variação da renda per capita;
3. A estatística  $F= 212,28$ , estatisticamente significativa a 1% de probabilidade de erro, indica que a hipótese nula de que o consumo de carne de frango não é influenciada pelas variáveis preço e renda, **é rejeitada**. Podemos chegar a essa conclusão com base no P-valor, que é dado pela maioria dos programas. Como P-valor é menor que 1%, os dados amostrais sugerem que tanto o preço como a renda influem no consumo.



### Interpretação econômica dos resultados

1. Os sinais dos coeficientes da regressão estão coerentes com a teoria do consumidor, indicando que um aumento de preço leva a uma redução nas quantidades demandadas e um incremento de renda induz a um aumento no consumo de carne de frango. A interseção de Y com  $b_0$ , calculada como 15,461, estima o consumo de carne de frango esperado, quando o preço real da carne de frango for zero, para uma renda real per capita igual a zero. A inclinação do preço médio anual, em relação ao consumo de carne de frango ( $b_1$ , calculada como  $-12,032$ ), significa que, para uma dada renda, o consumo de carne decresce em 12,032, para cada elevação de R\$1,00 no preço médio. A inclinação da renda, em relação ao consumo de carne de frango ( $b_2$ , calculada como 0,00282), significa que, para um ano com um dado

preço médio, estima-se que o consumo esperado de carne de frango cresça em 0,00282 kg/hab, para cada variação adicional de Renda.

2. O coeficiente de elasticidade-preço da ordem de  $-0,431$ , indica que para cada variação de 10% nos preços da carne, as quantidades demandadas tendem a variar de 4,31% em sentido contrário. Este resultado permite afirmar que a demanda de carne de frango é inelástica a preço;
3. O coeficiente de elasticidade-renda de  $0,561$ , significa que um aumento de 10% na renda real per capita do consumidor, tende a produzir incrementos de 5,61% na demanda de carne de frango. Isto permite concluir que a carne de frango é um bem normal.

### Teste para a inclusão de variáveis no Modelo

Vamos supor que uma outra variável poderia também fazer parte do modelo (preço da carne de boi).

**Estimação do Modelo:**  $Q = b_0 + b_1P_f + b_2R + b_3P_b + \varepsilon$

Vamos aplicar um teste de hipótese para avaliar a importância da inclusão da variável preço da carne de boi ao modelo de demanda de carne de frango. Com isto se pretende avaliar o tipo de relação de substitutibilidade ou de complementaridade entre as carnes de frango e de boi.

### Descrição das Variáveis

**Q:** é a quantidade per capita de carne de frango demandada (ou consumo aparente = produção+ importação- exportações), no Brasil, no ano t, em kg/hab;

**P:** é o preço real carne de frango, no Brasil no ano t, em R\$/kg;

**R**: é a renda real per capita do consumidor brasileiro (no caso é o PIB dividido pela população residente), no ano  $t$ , em R\$/hab.

**P<sub>b</sub>**: é o preço da carne de boi, no Brasil, no ano  $t$ , em R\$/kg

$\varepsilon$ : É o termo de erro aleatório, sob as hipóteses do modelo

### Hipóteses Teóricas

$H_0$ :  $b_0 = 0$  de que o intercepto é zero, ou seja quando os preços do frango forem zero não haverá consumo;

$H_a$ :  $b_0 > 0$  de que independentemente dos preços e da renda, haverá consumo de carne de frango.

$H_0$ :  $b_1 = 0$  de que os preços não influenciam as quantidades demandadas de carne de frango;

$H_a$ :  $b_1 < 0$  de que os preços apresentam uma correlação negativa com a quantidade demandada de carne de frango, indicado que o efeito será inverso sobre as quantidades (lei da demanda).

$H_0$ :  $b_2 = 0$  de que a renda não influencia o consumo de carne de frango;

$H_a$ :  $b_2 > 0$  de que a renda apresenta uma correlação positiva com o consumo, indicando que o efeito será direto sobre demanda (Teoria do Consumidor).

$H_0$ :  $b_3 = 0$  de que o preço da carne de boi não influencia o consumo de carne de frango;

$H_a$ :  $b_3 > 0$  de que o preço da carne de boi pode apresentar uma correlação positiva com o consumo, indicando que o efeito será direto sobre a demanda (produtos são substitutos).

$H_a$ :  $b_3 < 0$  de que o preço da carne de boi pode apresentar uma correlação negativa com o consumo, indicando que o efeito será inverso sobre a demanda (os produtos são complementares).

As informações empregadas na estimação do parâmetro da regressão estão na tabela abaixo e em seguida os resultados obtidos pelo Excel.

**Tab2. Dados para estimar a demanda de carne de frango no Brasil (1989-1997)**

Ano	Q	P <sub>f</sub>	R	P <sub>b</sub>
1989	12,4	0,92	2893	1,53
1990	13,4	0,88	3042	1,65
1991	15	0,66	2617	1,34
1992	16	0,6	2526	1,21
1993	17	0,55	2892	1,39
1994	18,5	0,52	3675	1,73
1995	22,5	0,5	4602	1,75
1996	22	0,6	4738	1,52
1997	23	0,5	4739	1,50

FONTE: Revista Conjuntura Econômica – FGV – 1987

**Resultados do Excel**

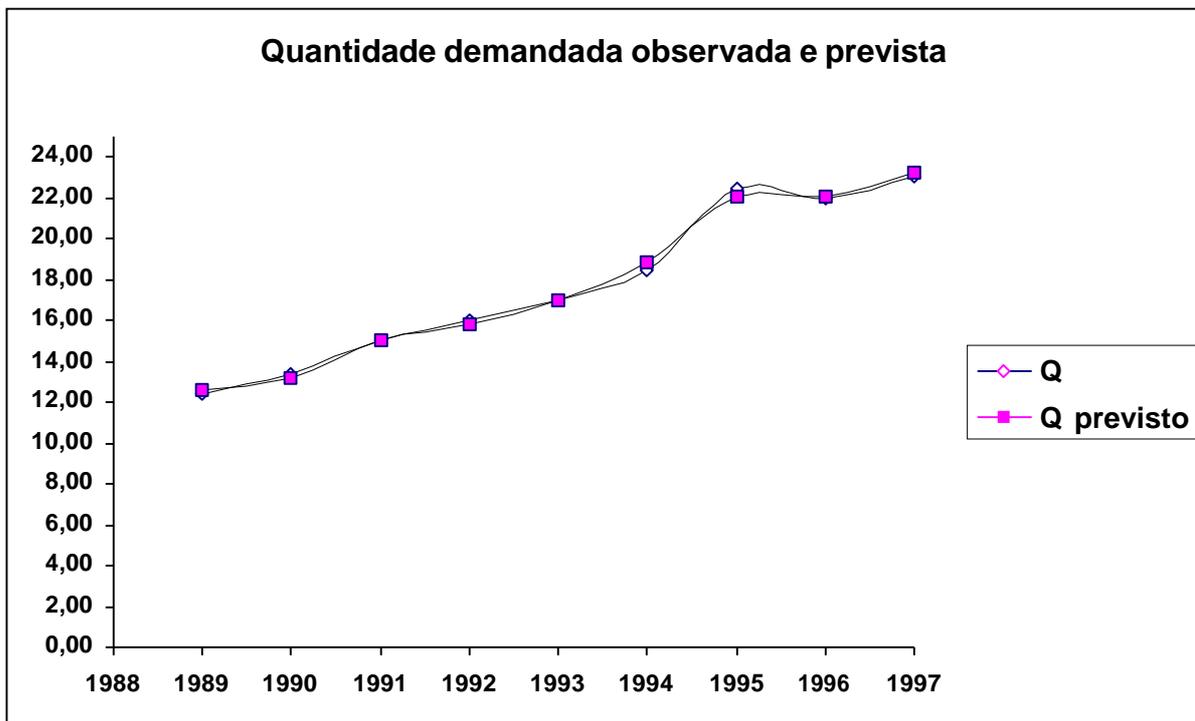
<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,997874825
R-Quadrado	0,995754167
R-quadrado ajustado	0,993206667
Erro padrão	0,32901922
Observações	9

**ANOVA- Análise de Variância**

<i>Fontes de Variação</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	3	126,940954	42,31365	390,8751	2,38934E-06
Resíduo	5	0,541268237	0,108254		
Total	8	127,4822222			

**Estimativas dos coeficientes de regressão**

<i>Parâmetro</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	17,55679977	1,109124643	15,82942	1,83E-05
P <sub>f</sub>	-10,82678867	0,922958307	-11,7305	7,92E-05
R	0,003228999	0,000187688	17,20407	1,21E-05
P <sub>b</sub>	-2,834835813	0,839205321	-3,378	0,019717



### Interpretação estatística dos resultados

1. Os parâmetros são estatisticamente diferentes de zero a 1% de probabilidade de erro, atestando a veracidade dos postulados teóricos;
2. O coeficiente de determinação ajustado para os graus de liberdade, da ordem de 0,996 indica que 99,6% das variações nas quantidades demandadas de carne de frango são explicadas pelas variações simultâneas nos preços da carne de frango, na renda do consumidor e no preço da carne de boi;
3. A estatística  $F= 390,88$ , estatisticamente significativa a 1% de probabilidade de erro, indica que a hipótese nula (de que o consumo de carne de frango não é influenciado pelas variáveis preços da carne e renda) é rejeitada. Podemos

chegar a essa conclusão com base no P-valor, que é dado pela maioria dos programas . Como P-valor é menor que 1%, os dados amostrais sugerem que tanto o preços como a renda influem no consumo, indica também que a regressão proposta é adequada para estudar o fenômeno apresentado.

### *Interpretação econômica dos resultados*

1. Os sinais dos coeficientes da regressão estão coerentes com a teoria do consumidor, indicando que um aumento de preço leva a uma redução nas quantidades demandadas, um incremento de renda induz a um aumento no consumo de carne de frango e um incremento no preço da carne de boi leva a uma redução da demanda de carne de frango. A interseção de Y com  $b_0$ , calculada como 17,557, estima o consumo de carne de frango, quando o preço real da carne de frango no referido ano for zero, para uma renda real per capita igual a zero e o preço da carne de boi igual a zero. A inclinação do preço médio real da carne de frango, em relação ao consumo de carne de frango ( $b_1$ , calculada como  $-10,827$  ), significa que, para uma dada renda e um determinado preço da carne de boi, o consumo de carne decresce em 10,827, para cada elevação de R\$1,00 no preço médio da carne de frango. A inclinação da renda, em relação ao consumo de carne de frango ( $b_2$ , calculada como 0,00323), significa que, para um ano com referências médias dos preços, estima-se que o consumo esperado de carne de frango cresça em 0,00323 kg/hab, para cada variação adicional de Renda. A inclinação do preço médio da carne de boi, em relação ao consumo de carne de frango ( $b_3$ , calculada como  $-2,835$ ), significa que, para um ano com um determinado preço da carne de frango e uma determinada renda do consumidor, o consumo de carne de frango decresce em 2,835, para cada elevação do preço da carne de boi.

Para testarmos se a carne de boi e de frango são produtos substitutos ou complementares, podemos utilizar a estatística teste:

$$F = \frac{(R_1^2 - R_2^2)/m}{(1 - R_1^2)(n - k)}$$

Em que  $R_1^2$  e  $R_2^2$  são os valores dos coeficientes de determinação obtidos, respectivamente, nas regressões com a inclusão do preço da carne de boi no modelo e sem a inclusão do preço da carne de boi no modelo.

### Apresentação das hipóteses

$H_0: b_3=0$  de que os preços de carnes de frango e carne de boi não são correlacionados

$H_a: b_3 \neq 0$  de que os preços de carnes de frango e carne de boi são substitutos ( $b_3 > 0$ ) ou complementares ( $b_3 < 0$ ).

A distribuição F segue com  $m$  e  $(n-k)$  graus de liberdade

Os valores encontrados para a estatística  $R^2$ , foram os seguintes:

$$R^{21} = 0,996$$

$$R^{22} = 0,986$$

O valor da Estatística F é o seguinte:

$$F = 390,88$$

O valor crítico para o  $F_{(3, 5 \text{ gl})}$  é 5,41, para o nível de 5%.

Como o valor observado é superior ao valor crítico de F, rejeita-se a hipótese nula e aceita-se a hipótese alternativa de que os produtos carne de frango e carne de boi, no período analisado, são complementares.

## Conclusão

O exame dos dados históricos, tratados através da técnica da regressão e correlação múltiplas, comprova, não apenas que o modelo econômico adotado é adequado, mas também que o poder do coeficiente de explicação melhorou de 98% para 99,95 %, quando adicionada uma nova variável: a carne de boi.

Com base nos resultados obtidos, chegou-se a algumas conclusões:

1. O consumo de carne de frango mantém associação com o preço do kg do produto e o nível de renda da população;
2. Historicamente o aumento no consumo da carne de frango mantém uma relação inversa com preço do kg do produto;
3. Confirma-se que há queda no consumo de carne de frango caso baixe o nível de renda da população;
4. Que a carne bovina não é um substituto perfeito para a carne de frango e a variação no preço da carne de boi tem reflexo no consumo da carne de frango;
5. Com base dos resultados obtidos, pode-se inferir que este modelo:  $(C = f(p_f; p_b))$  pode ser utilizado para previsões futuras.

Depreende-se finalmente que, o estudo apresentado é satisfatório para prever dados de consumo vinculados ao produto frango, **confirmando as premissas básicas apresentadas**, bem como que, **os elementos históricos tramam favoravelmente para a implantação do empreendimento, se considerado apenas o ponto de vista do consumo.**

## Bibliografia

- 1) LEVINE, M. David, BERENSON, Mark L., STEPHAN, David – “ESTATÍSTICA: TEORIA E APLICAÇÕES” - LTC Editora – 2000/RJ.
- 2) MATOS, Orlando Carneiro de – “ECONOMETRIA BÁSICA – TEORIA E APLICAÇÕES”- Ed. Atlas, 3ª. Edição – 2000/SP.
- 3) CORRAR, L. João – Anotações de Aula no Mestrado em Controladoria e Contabilidade da FEA – USP, site Belém do Pará – 2º. Semestre de 2001.
- 4) Revista Conjuntura Econômica - Fundação Getúlio Vargas, 1987.
- 5) PINDYCK, Robert S., RUBINSELD, Daniel L. – “MICROECONOMIA” – Macron Books do Brasil Editora – SP – 4a. edição.