

UM ESTUDO EMPÍRICO DO LOGITO E PROBITO PARA O BEM “MÁQUINA DE LAVAR” EM CINCO REGIÕES METROPOLITANAS DO BRASIL

Pery Francisco Assis Shikida ¹

SINOPSE

Neste trabalho, de caráter exploratório, procede-se ao ajuste e à análise dos modelos Logito e Probit, considerando-se a proporção de pessoas que possuem o bem máquina de lavar (roupa) para cinco regiões metropolitanas do Brasil: Curitiba, São Paulo, Goiânia, Salvador e Recife. Verificar as diferenças entre as rendas das famílias que possuem máquina de lavar, estimadas em 50%, além de relacioná-las com fatores climáticos e econômicos, elegem-se como o escopo maior deste trabalho. Os resultados evidenciaram o fator econômico como o fator determinante na aquisição de uma máquina de lavar. Ademais, a renda para a qual se espera que 50% das famílias analisadas possuam uma máquina de lavar é, numa escala ascendente, disposta da seguinte maneira: São Paulo, Curitiba, Goiânia, Recife e Salvador.

Palavras-chave: Logito e Probit, análise, máquina de lavar e renda.

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho, de caráter exploratório, procura-se proceder ao ajuste e à análise de Logito e Probit, considerando-se a proporção de pessoas que possuem o bem máquina de lavar (roupa) para cinco regiões metropolitanas do país: Curitiba, São Paulo, Goiânia, Salvador e Recife. A escolha dessas regiões obedeceu ao seguinte critério geográfico: duas regiões representantes do eixo sul e sudeste (Curitiba e São Paulo, cujas temperaturas médias anuais são iguais a 16 °C e 19 °C, respectivamente)² ; uma região representante do eixo centro-oeste (Goiânia, cuja temperatura média anual é igual a 23 °C) e duas regiões representantes do eixo nordeste (Salvador e Recife, cujas temperaturas médias anuais são iguais a 24 °C e 28 °C, respectivamente).

¹ Economista, mestre em Economia Agrária pela Esalq/USP, professor assistente da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Toledo. Doutorando em Economia Agrária pela Esalq/USP. O autor é grato pelos pertinentes comentários feitos pela economista Marina Silva Cunha.

² Sobre as temperaturas médias anuais ver: *Roteiros...* (1995).

Teor. Evid. Econ.	Passo Fundo	v.4	n.7/8	p. 37 - 48	maio/nov. 1996.
-------------------	-------------	-----	-------	------------	-----------------

Espera-se relacionar alguns fenômenos - por exemplo, climáticos - com o fato de as famílias pesquisadas possuírem ou não o bem máquina de lavar³. Nessa linha, acredita-se que as regiões de temperatura média anual mais altas terão uma tendência relativamente menor de possuírem o bem máquina de lavar, haja vista a facilidade que o clima oferece para a secagem da roupa que passou, digamos, pelo processo de lavagem a mão ⁴.

Não obstante, outros fatores - tais como o maior recebimento médio mensal das regiões em tela - também poderão afetar essa relação. Nesse sentido, segundo a *Fibge* (1991), para as classes de renda média mensal familiar de mais de trinta pisos salariais em Recife, por exemplo, apenas 44,6% possuíam máquinas de lavar; enquanto em São Paulo, nessas mesmas condições, a proporção foi bem maior, ou seja, de 89,0%.

Duas pressuposições implícitas nesse argumento podem ser evidenciadas: primeiro, as regiões brasileiras com maior grau de desenvolvimento econômico⁵ irão apresentar uma maior tendência a possuir máquinas de lavar já que tal bem possibilita, dentre outras coisas, facilidades para as tarefas domésticas, liberando o indivíduo para outros serviços (que não o doméstico); segundo, nas regiões brasileiras de menor desenvolvimento econômico, espera-se que a existência de serviços de lavagem de roupa feitos por *lavadeiras* (de custo menor que o das máquinas de lavar e/ou das

³ Neste estudo, optou-se por trabalhar com o bem máquina de lavar roupa ao invés da máquina de secar roupa pelo fato de o primeiro ser mais difundido na sociedade brasileira. Em outras palavras, numa escala de necessidade, a máquina de lavar tem preferência *vis-a-vis* sobre a máquina de secar. Neste caso, verificar-se-á uma maior elasticidade-renda da procura para a máquina de secar.

⁴ Tecnicamente, uma máquina de lavar roupa apresenta algumas possibilidades operacionais que vão desde a pré-lavagem, lavagem, enxágüe até a centrifugação, variando de acordo com tonalidades de cores, grau de sujeira e tipo de tecidos utilizados. A centrifugação serve para facilitar a lavagem de roupas difíceis de passar e que requerem secagem ao ar (*Evolution*, s.d.).

⁵ Segundo *Milone* (1992: 470), "por desenvolvimento econômico entendem-se, além das mudanças de caráter quantitativo dos níveis do produto nacional, as modificações que alteram a composição do produto e a alocação dos recursos pelos diferentes setores da economia." Maiores considerações sobre isso, ver *Milone* (1992). *Hoffmann* (1993), em seu trabalho sobre a distribuição de renda e despesas com alimentação em 11 áreas urbanas do Brasil, observou que São Paulo se destacou por apresentar os maiores recebimentos familiares médio e mediano e o menor índice de pobreza. Em oposição, Fortaleza (não abordada no presente trabalho) e Recife apresentaram os recebimentos médio e mediano mais baixos, medidas de desigualdade elevadas e maiores índices de pobreza. Curitiba, Goiânia e Salvador - nessa respectiva ordem - figuram como regiões intermediárias entre os dois pólos referendados.

lavanderias especializadas, por exemplo) contribua para que as famílias não possuam máquina de lavar.

Nesse contexto, verificar as diferenças entre as rendas a fim de saber se 50% das famílias analisadas possuem máquina de lavar, bem como relacioná-las com os fenômenos citados elegem-se como o escopo maior deste trabalho. O texto consta de três seções: a primeira tem como objetivo mostrar ao leitor uma breve síntese dos instrumentais denominados Logito e Probit; a seguinte apresenta a base de dados e métodos propostos; por fim, na última seção, são expostos os resultados, comentários e considerações finais do trabalho.

2 UMA SÍNTESE DOS INSTRUMENTAIS LOGITO E PROBITO ⁶

Dados de resposta quântica podem ser verificados no estudo da proporção de pessoas que possuem máquina de lavar em função da renda pessoal.

Berkson (1944, 1951, 1953, 1955, apud *Hoffmann, Vieira* 1987) propôs que se ajustasse aos dados de resposta quântica a função logística com assíntota igual a um:

$$P_i = \left[1 + e^{-(\alpha + \beta x_i)} \right]^{-1} \quad (1)$$

onde $\beta > 0$.

Os estimadores de mínimos quadrados de α e β são valores a e b que minimizam:

$$\sum_{i=1}^k \frac{n_i}{\hat{P}_i \hat{Q}_i} (p_i - \hat{P}_i)^2 \quad (2)$$

onde:

$$\hat{P}_i = \left[1 + e^{-(a+bX_i)} \right]^{-1} \quad (3)$$

e

$$\hat{Q}_i = 1 - \hat{P}_i$$

Para obter os valores de a e b , são necessários processos iterativos trabalhosos haja vista que o sistema de equações normais não é linear.

⁶ Esta seção baseia-se inteiramente em *Hoffmann e Vieira* (1987); para maiores considerações sobre o Logito e Probit, ver os autores supracitados.

Outrossim, para obter os estimadores de máxima verossimilhança de α e β , deve ser lembrado que, fixado o valor X_i da variável independente no i -ésimo grupo, a probabilidade de observar m_i sucessos nos n_i ensaios desse grupo é:

$$P(m_i | X_i) = \binom{n_i}{m_i} P_i^{m_i} Q_i^{n_i - m_i} \quad (4)$$

Dessa forma, os estimadores de máxima verossimilhança dos parâmetros são os valores de α e β , que maximizam o valor de:

$$\prod_{i=1}^k \binom{n_i}{m_i} P_i^{m_i} Q_i^{n_i - m_i} \quad (5)$$

Um processo iterativo trabalhoso é exigido para a determinação desses estimadores.

Uma maneira de obter um valor aproximado para as estimativas de mínimos quadrados dos parâmetros α e β pode ser a seguinte:

De (1) obtém-se:

$$Y_i = \ln(P_i/Q_i) = \alpha + \beta X_i \quad (6)$$

que Berkson (1944, apud Hoffmann, Vieira, 1987) denominou *lógite* (ou Logito). De acordo com o Logito, define-se a variável:

$$y_i = \ln(p_i/q_i) \quad (7)$$

Diferenciando, de (7) obtém-se

$$dy_i = \frac{q_i dp_i - p_i dq_i}{p_i q_i} \quad (8)$$

onde $p_i = m_i / n_i$ e $q_i = 1 - p_i$.

Como $dq_i = -dp_i$ e $p_i + q_i = 1$, segue-se que

$$dy_i = \frac{dp_i}{p_i q_i} \quad (9)$$

onde o valor de $V(y_i)$ é dado por aproximadamente

$$V(y_i) = \frac{V(p_i)}{p_i^2 q_i^2} \quad (10)$$

Como $V(p_i) = P_i Q_i / n_i$, tem-se

$$V(y_i) = \frac{1}{n_i P_i Q_i} \quad (11)$$

De (6) (7) e (11) conclui-se que valores aproximados das estimativas de mínimos quadrados de α e β podem ser obtidos, fazendo-se uma regressão linear ponderada de $y_i = \ln(p_i / q_i)$ contra X_i , usando $n_i p_i q_i$ como fatores de ponderação. Salienta-se, entretanto, que o valor de y_i não é definido se $p_i = 0$ ou $p_i = 1$. Berkson (1953, apud Hoffmann, Vieira, 1987) sugere que $p_i = 0$ seja substituído por $p_i = 1 / (2n_i)$ e $p_i = 1$ seja substituído por $p_i = 1 - 1 / (2n_i)$.

As estimativas obtidas por meio da regressão ponderada podem ser utilizadas como estimativas preliminares nos processos iterativos que levam às estimativas de máxima verossimilhança ou de mínimos quadrados.

Uma outra transformação que pode ser empregada aos dados de resposta quântica foi proposta por Bliss (1935, apud Hoffmann, Vieira, 1987) e se baseia na distribuição normal. Assim, se $P = \phi(Z)$ é a função de distribuição acumulada de uma variável normal reduzida, é feito

$$P_i = \phi(\alpha + \beta X_i) \quad (12)$$

Sendo $\phi^{-1}(P)$ a respectiva função inversa, tem-se

$$Y_i = \phi^{-1}(P) = \alpha + \beta X_i \quad (13)$$

Essa variável recebe o nome de *próbite* (ou Probit).

3 BASE DE DADOS E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo foram tirados da “Pesquisa de Orçamentos Familiares 1987/88” (Fibge, 1991), consistindo no recebimento médio mensal familiar (em cruzados), no número total de famílias e no total de famílias que possuem máquina de lavar, ambos para dez classes de recebimento mensal familiar (piso salarial), para cinco regiões metropolitanas do Brasil (Curitiba, São Paulo, Goiânia, Salvador e Recife).

Tabela 1 - Recebimento médio mensal familiar (em cruzados), nº total de famílias e nº de famílias que possuem máquina de lavar para cinco regiões metropolitanas do Brasil-1987/88.

Características	Até 2*	De 2 a 3	De 3 a 5	De 5 a 6	De 6 a 8	De 8 a 10	De 10 a 15	De 15 a 20	De 20 a 30	Mais de 30
Recebimento médio mensal familiar (Curitiba)	3 367	6 762	10 626	14 545	18 190	23 743	32 154	45 366	65 521	161 956
Nº total de famílias (Curitiba)	30 827	30 271	81 487	41 608	60 404	40 846	67 389	42 905	38 338	53 209
Nº de famílias que possuem máquina de lavar (Curitiba)	1 124	3 208	10 894	7 968	16 350	14 310	27 546	23 108	29 215	46 787
Recebimento médio mensal familiar (SP)	3 152	6 513	10 645	14 528	18 551	23 475	32 400	45 808	64 149	155 680
Nº total de famílias (SP)	167 961	176 568	525 339	281 632	440 801	372 064	662 435	397 037	383 717	480 631
Número de famílias que possuem máquina de lavar (SP)	30 044	17 403	82 979	40 730	122 445	125 475	289 545	229 247	283 166	427 747
Recebimento médio mensal familiar (Goiânia)	3 420	6 606	10 551	14 491	18 322	23 685	32 305	45 868	65 599	189 066
Nº total de famílias (Goiânia)	20 175	17 498	35 748	14 303	19 483	20 350	28 409	19 960	17 868	32 955
Nº de famílias que possuem máquina de lavar (Goiânia)	287	1 475	3 002	1 246	4 041	5 051	6 900	7 225	8 907	16 171
Recebimento médio mensal familiar (Salvador)	3 231	6 507	10 230	14 550	18 390	23 878	32 149	45 504	64 140	171 976

Características	Até 2*	<i>cont.</i>								
		De 2 a 3	De 3 a 5	De 5 a 6	De 6 a 8	De 8 a 10	De 10 a 15	De 15 a 20	De 20 a 30	Mais de 30
Nº total de famílias (Salvador)	63 210	44 243	87 400	25 646	49 775	28 237	54 283	28 933	29 144	44 307
Nº de famílias que possuem máquina de lavar (Salvador)	634	0	1 362	153	958	1 292	5 674	2 953	5 040	16 834
Recebimento médio mensal familiar (Recife)	3 070	6 622	10 443	14 493	18 405	23 802	32 081	45 882	62 675	158 734
Nº total de famílias (Recife)	103 942	60 157	120 969	36 428	59 299	37 626	50 598	30 773	25 099	47 126
Nº de famílias que possuem máquina de lavar (Recife)	0	0	532	328	2 131	2 722	3 567	5 838	4 139	21 031

Fonte: *Fibge* (1991).

Nota: * Classes de recebimento mensal familiar (piso salarial).

Para essa análise, utilizaram-se os programas Logito e Probit desenvolvidos por Rodolfo Hoffmann, do Departamento de Sociologia Rural da Esalq/USP, em maio de 1990.

4 RESULTADOS, COMENTÁRIOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Tabela 2 sintetiza os principais resultados obtidos neste trabalho.

Tabela 2 - Resultados obtidos para o Logito e Probit

Ajustes *	Logito Curitiba	Probit Curitiba	Logito SP	Probit SP	Logito Goiânia	Probit Goiânia	Logito Recife	Probit Recife	Logito Salvador	Probit Salvador
S.Q.Res.Pond.	1 940,57	2 666,01	113 925,89	153 572,28	4 456,08	3 874,49	4 145,47	2 530,50	2 951,05	4 369,34
Renda "Z"	37 859,16	38 096,03	36 431,51	36 379,71	130 807,66	131 759,27	166 865,58	174 532,38	239 213,38	278 886,09
Limites de 95% de confiança p/renda Z T. Fieller	34 512,94	34 172,90	28 501,17	27 142,92	84 316,35	86 160,56	129 551,55	138 381,19	175 798,18	179 376,15
	41 893,23	42 956,33	48 804,20	51 970,37	272 552,67	260 632,31	235 187,13	235 905,73	369 370,63	560 651,46

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: * S.Q.Res. Pond. = Soma de Quadrados dos Resíduos Ponderados.

Renda "Z" = Renda para a qual se espera que 50% das famílias analisadas possuam máquina de lavar.

Limites de 95% de confiança para renda "Z" (Teorema de Fieller) = Limites do intervalo de confiança para a renda "Z", de acordo com o Teorema de Fieller, ao nível de confiança de 95%.

No cotejo geral entre as cinco regiões metropolitanas estudadas, pôde-se concluir que o modelo que melhor se ajustou aos dados de Curitiba, São Paulo e Salvador foi o Logito, pois este apresentou o menor valor para a Soma de Quadrados dos Resíduos Ponderados. No caso de Goiânia e Recife, o melhor ajuste verificado foi o do Probit.

Cabe frisar que, como a Soma de Quadrados dos Resíduos Ponderados obtidas foi elevada - em especial a de São Paulo -, utilizou-se, para a construção de intervalos de confiança para a renda "Z", a sua variância assintótica com correção pelo Qui-Quadrado, ou seja, espera-se, com 95% de confiança, que a renda "Z" de Curitiba (Logito = 37 859,1), por exemplo, encontre-se entre Cz\$ 34 512,94 e Cz\$ 41 893,23 (Tabela 2).

A análise dos resultados mostrou também que as rendas "Z" obtidas para as regiões metropolitanas (tanto para o Logito como para o Probit), numa escala ascendente, apresentou a seguinte ordem: São Paulo, Curitiba, Goiânia, Recife e Salvador. Neste contexto, a renda para a qual se espera que 50% das famílias analisadas possuam uma máquina de lavar, num cotejo entre os dois pólos do estudo, é bem menor em São Paulo e bem maior em Salvador. Confirma-se, portanto, que as regiões mais pobres da amostra levantada (Salvador e Recife) são aquelas que, nas faixas citadas, apresentaram menos chance de possuir máquina de lavar.

Não obstante tal argumentação possa parecer assaz *óbvia*, o que salta à vista é que, tanto em Salvador como em Recife, foram observadas rendas "Z" mais elevadas do que os maiores recebimentos médios mensais observados na Tabela 1, ou seja, os pontos de inflexão estiveram acima do intervalo analisado para os casos dessas duas regiões metropolitanas. Isso reflete, em parte, a má distribuição de renda das regiões referendadas.⁷

Outro aspecto a salientar refere-se à relação do bem citado com a questão das temperaturas médias anuais. Pode-se dizer, então, que o fator econômico sobrepunha - ainda que relativamente - o fato de as regiões de temperatura média anual mais altas terem pouca propensão a possuir o bem máquina de lavar. Se assim o fosse, a ordenação pela renda "Z" apresentaria a seguinte tendência: Curitiba, São Paulo, Goiânia, Salvador e Recife.

Uma *extrapolação* plausível, neste caso, é a de que as regiões de maior desenvolvimento econômico apresentaram uma maior tendência a possuir máquinas de lavar porque tal bem possibilita, dentre outras coisas, facilidades para as tarefas domésticas, liberando o indivíduo para outros serviços (que não

⁷ Embora, em Hoffmann (1993), Recife esteja à frente de Salvador, em termos de aspectos distributivos e estruturais do desenvolvimento, na especificação deste trabalho, a situação se inverte, isto é, a renda para a qual se espera que 50% das famílias analisadas possuam máquina de lavar foi mais elevada em Salvador *vis-a-vis* a Recife.

o doméstico). Além disso, nas regiões brasileiras de menor desenvolvimento econômico, sugere-se que a ocorrência de serviços de lavagem de roupa feitos pelas *lavadeiras* (de custo menor do que o das máquinas de lavar e/ou das lavanderias especializadas, por exemplo) consista numa particular contribuição para que as famílias não venham a possuir o bem máquina de lavar.

Finalizando, faz-se necessário salientar que este estudo, de caráter exploratório, tem evidentemente suas limitações, por exemplo: não foi possível a utilização de dados que comprovem ou não a demanda por serviços de *lavadeiras* (salientadas neste ensaio), e não estiveram disponíveis os dados para uma série de tempo maior. Indubitavelmente, a idéia que emerge deste estudo é que novas contribuições a esta temática poderão enriquecer o debate sobre o consumo de bens e serviços, sobretudo a partir do uso do Logito e Probit, ainda pouco difundido no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EVOLUTION. *Manual de instruções*. "s. ed.", s.d., 25p.
- ROTEIROS turísticos - Fiat - Brasil. São Paulo, *Folha de São Paulo*, 1995. 319p.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa de orçamentos familiares 1987/88*. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.
- HOFFMANN, R. VIEIRA, S. *Análise de regressão: uma introdução à econometria*. São Paulo: Hucitec, 1987. 379p.
- HOFFMANN, R., Distribuição da renda e despesas com alimentação em 11 áreas urbanas do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 31., Ilhéus. *Anais...* Brasília: Sober, 1992, p. 113-126.
- MILONE, P. C. Crescimento e desenvolvimento econômico. In: *Manual de Economia*. PINHO, D. B, VASCONCELLOS, M. A. S. de, orgs. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1992, p. 467-481.

SUMMARY

AN EMPIRICAL STUDY OF LOGIT AND PROBIT FOR THE WASHING MACHINE IN FIVE METROPOLITAN REGIONS IN BRASIL

In this exploratory paper, a Logit and a Probit models are fitted and analised. The models consider the proportion of households that own a washing machine in five brazilian metropolis - Curitiba, São Paulo, Goiânia, Salvador and Recife. The main purpose of the study is to verify the diferences in household income level that determine a 50 percent of families owning a washing machine. In addition, those diferences are related to climatic and economic factors. Results point out the economic factor as being determinant for the families to own a washing machine. The income level that determines 50% of the families owning a washing machine, in a ascendent order, is established in the following manner: São Paulo, Curitiba, Goiânia, Recife and Salvador.

Key-words: Logit and Probit, analysis, washing machine and income.

SINOPSIS

UN ESTUDIO EMPÍRICO DE LOGITO Y PROBITO PARA EL BIEN "LA LAVADORA" EN 5 REGIONES METROPOLITANAS DE BRASIL

En este trabajo de investigación se procede al ajuste y análisis de los modelos Logito y Probito, considerando la proporción de personas que poseen el bien de la lavadora en cinco regiones metropolitanas de Brasil: Curitiba, São Paulo, Goiânia, Salvador y Recife. Verificar las diferencias entre la renta de las familias que tienen lavadora, estimadas en un 50% además de relacionarlas con factores climáticos y económicos, se eligen como el objetivo de este trabajo. Los resultados evidenciaron el factor económico como el factor determinante en la adquisición de una lavadora. Además la renta por la que se espera que 50% de las familias analizadas posean una lavadora es una escala ascendente dispuesta así: São Paulo, Curitiba, Goiãna, Recife y Salvador.

Palabras clave: Logito y Probito, análisis, lavadora y renta.