

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO

ANDRE RAJ MAITAN

APLICAÇÃO DO MODELO DISCRETO-CONTÍNUO PARA O CASO DA ESCOLHA DO
SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA DOMICILIAR E O EFEITO SOBRE O
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

São Paulo/SP – BRASIL

2011

ANDRE RAJ MAITAN

APLICAÇÃO DO MODELO DISCRETO-CONTÍNUO PARA O CASO DA ESCOLHA DO
SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA DOMICILIAR E O EFEITO SOBRE O
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado Profissional em Finanças e
Economia de Empresas da Escola de
Economia de São Paulo – EESP, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ratner
Rochman

São Paulo/SP – BRASIL

2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Maitan, André Raj.

Aplicação do modelo discreto-contínuo para o caso da escolha do sistema de aquecimento de água domiciliar e o efeito sobre o consumo de energia elétrica / André Raj Maitan. - 2011.

69 f.

Orientador: Ricardo Ratner Rochman

Dissertação (mestrado profissional) - Escola de Economia de São Paulo.

1. Aquecedores de água. 2. Energia elétrica -- Consumo. 3. Consumidores -- Preferência. 4. Processo decisório. I. Rochman, Ricardo Ratner. II. Dissertação (mestrado profissional) - Escola de Economia de São Paulo. III. Título.

CDU 696.48

ANDRE RAJ MAITAN

APLICAÇÃO DO MODELO DISCRETO-CONTÍNUO PARA O CASO DA ESCOLHA DO
SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA DOMICILIAR E O EFEITO SOBRE O
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Dissertação apresentada à Escola de Economia
de São Paulo da Fundação Getulio Vargas,
como requisito para obtenção do título de
Mestre em Economia de Empresas.

Campo de conhecimento: Microeconomia.

Data da aprovação:
27/06/2011

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Ratner Rochman
FGV/EESP (Orientador)

Prof. Dr. Paulo Furquim de Azevedo
FGV-EESP

Prof. Dr. Cláudio Lucinda
USP Ribeirão Preto – Economia

São Paulo/SP – BRASIL

2011

“Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais certo de vencer é tentar mais uma vez.”

(Thomas Alva Edison)

Agradecimentos

A minha família pelo suporte e apoio em todos os momentos durante estes anos do mestrado, por terem entendido e agüentado as horas de ausência, a falta de paciência e a falta de atenção as coisas do dia a dia.

Aos meus amigos e colegas do MPFE que sempre me estimularam a não desistir do sonho e manter o objetivo vivo.

A minha esposa Rosana, por sua compreensão, revisão de textos, por aquele incentivo nos momentos de alta ansiedade... E pela total confiança que sempre teve em mim, tendo certeza que este momento chegaria.

Aos meus professores e mestres que me conduziram a este momento e pacientemente me mostraram o caminho do conhecimento. Principalmente ao Claudio Lucinda, pelas centenas de emails e horas sem fim de orientação em São Paulo e Ribeirão Preto.

E a todos que de alguma forma ajudaram neste trabalho.

RESUMO

O objetivo deste trabalho passa por entender o impacto dos fatores não observáveis na escolha do sistema de aquecimento de água na intensidade do consumo de eletricidade domiciliar. Para isto será aplicado um modelo discreto-contínuo para entender o efeito da escolha discreta do tipo de aquecimento de água domiciliar sobre o consumo de energia elétrica do mesmo domicílio, escolha contínua. Primeiramente foi usado um modelo LOGIT e por meio deste foram entendidos os fatores que influenciam a escolha discreta do consumidor. Com os resultados encontrados na escolha discreta, temos em um segundo momento que constatar se esta escolha é significativa para a intensidade do consumo de energia elétrica. Os resultados obtidos usando o método de Hausmann demonstraram que ignorar este fator (escolha discreta) pode levar a estimadores viesados para a parte contínua do modelo, ou seja, a escolha discreta é significativa e ajuda a explicar o consumo de energia elétrica domiciliar. Os resultados mostraram que temos diferenças de até 10% no estimador obtido quando ignoramos este fator. É importante notar que este tipo de falha no cálculo, pode trazer problemas na decisão e na quantidade de investimento de um país. Além disso, os resultados reforçaram e ratificaram o trabalho desenvolvido por Dubbin e McFadden (1984) que foram usados como base para o estudo.

Palavras-chave: LOGIT, Escolha Discreta, Escolha Contínua, Escolha discreta-contínua, demanda energia elétrica domiciliar, sistema de aquecimento de água domiciliar.

ABSTRACT

Our target here is to understand how non-observable factors on water heating choice can affect electricity usage by individual consumers. In order to understand this, we will apply a discrete/continuous model in order to understand the impact of household water heating system discrete choice on household electricity consumption, continuous choice. First, it was used a LOGIT model as a way to understand which variables influence consumer discrete choice. Hereafter, with Discrete model results, we verified if consumer choice is relevant on electricity consumption intensity. Hausman method results demonstrated that if we do not specify discrete choice at continuous model, it will bring biased estimators to our model, this occurs due to the fact that discrete choice variable is significant and it helps to explain continuous model. Results show that we have roughly 10% differences on estimators when we ignore discrete choice. It's important to note that this kind of miscalculation can bring an important difference on government investment decision. This work and the results obtained reinforced Dubbin and McFadden (1984) work that it was used as principal reference to this work.

Key Words: LOGIT, Discrete choice, Continuous Choice, Discrete/Continuous Choice, Household demand for electricity, household water heating system.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
3. METODOLOGIA	18
3.1 BASE DE DADOS UTILIZADA.....	18
3.2 MÉTODO USADO NESTE TRABALHO	31
3.3 VIESES DA ESTIMAÇÃO POR MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS	33
4. RESULTADOS	35
5. CONCLUSÃO	43
6. BIBLIOGRAFIA.....	45
7. APÊNDICE	47
GRÁFICOS DAS VARIÁVEIS	47
RESULTADO POR REGIÕES	50
RESULTADO CONSOLIDADO POR MÉTODO (SEPARADO POR REGIÕES)	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etiqueta de eficiência energética – Refrigerador	3
Figura 2 - Selo CONPET e Selo PROCEL	4
Figura 3 - Diagrama com as variáveis do modelo	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Participação dos tipos de aquecimento	21
Gráfico 2 - Preço de energia elétrica por UF (R\$/KWh).....	25
Gráfico 3 - Histograma de Quantidade de Cômodos do Domicílio (QCOM) - Separado por tipo de aquecimento.....	27
Gráfico 4 - Distribuição percentual para o aquecimento elétrico por região.....	28
Gráfico 5 - Distribuição percentual para o aquecimento elétrico por UF	28
Gráfico 6 - Histograma Renda Total do Domicílio (RENDATM).....	47
Gráfico 7 - Histograma do Logaritmo da variável Renda Total do Domicílio (LOG_RENDATM)	47
Gráfico 8 - Histograma Consumo de Energia Elétrica Domiciliar em kWh (CONS_ENERGIA_KWH).....	48
Gráfico 9 - Histograma do Logaritmo da variável Consumo de Energia Elétrica Domiciliar em kWh (LOGCONS_ENERGIA_KWH).....	48
Gráfico 10 - Histograma do Valor da despesa em energia elétrica domiciliar (V_DESP)	49
Gráfico 11 - Histograma do Logaritmo da variável Valor da despesa em energia elétrica domiciliar (LOGV_DESP)	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo Médio Mensal de energia elétrica por eletrodomésticos.....	5
Tabela 2 - Lista de variáveis do modelo.....	19
Tabela 3 - Preço por MWh – RAIMO (2007)	22
Tabela 4 - Tabela índice para definição de preço relativo.....	22
Tabela 5 - Preços de Energia Elétrica por Concessionária (2008)	24
Tabela 6 - Estatísticas Descritivas para as principais variáveis.....	29
Tabela 7 - Média das principais variáveis separadas por tipo de aquecimento.....	30
Tabela 8 - Resultados da Escolha Discreta.....	36
Tabela 9 - Resultado da Elasticidade da Escolha Discreta.....	37
Tabela 10 - Estimção da Escolha Contínua com Dummy REGIAO	39
Tabela 11 - Estimção da escolha contínua sem a Dummy Região	41
Tabela 12 - Tabela resultados para região Centro-Oeste.....	50
Tabela 13 - Tabela resultados para região Nordeste.....	50
Tabela 14 - Tabela resultados para região Norte	51
Tabela 15 - Tabela resultados para região Sudeste.....	51
Tabela 16 - Tabela resultados para região Sul.....	52
Tabela 17 - Método da probabilidade corrigida por região	52
Tabela 18 - Método da Variável Instrumental por região	52
Tabela 19 - Método da probabilidade como variável por região.....	52
Tabela 20- Resultado da Escolha Discreta (Tabela Completa)	54
Tabela 21 - Resultado da Escolha Discreta - ELASTICIDADE (Tabela Completa).....	55

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho passa por entender o impacto dos fatores não observáveis na escolha do sistema de aquecimento de água na intensidade do consumo de eletricidade domiciliar. Será aplicado o método discreto-contínuo para verificar se a escolha do sistema de aquecimento de água é significativa e o quanto altera o resultado final. A importância de entendermos em mais detalhes, vem do fato que o planejamento energético de um país passa por entender claramente o consumo de cada unidade de domiciliar. Portanto para conseguirmos fazer este planejamento da forma mais eficiente possível, temos que entender claramente os fatores que levam a este consumo. Na história recente brasileira dois fatos mudaram a forma como o consumidor decide sobre o seu consumo, mais especificamente como ele faz as suas escolhas em relação ao portfólio de eletrodomésticos e a intensidade do consumo da energia elétrica. O primeiro evento importante foi a chamada crise do apagão.

A crise do apagão ocorreu nos dois últimos anos do governo de Fernando Henrique Cardoso, em 2001 e 2002. A falta de chuvas deixou várias represas vazias, impossibilitando assim a geração de energia. No início da crise levantou-se a hipótese de que talvez se tornasse necessário fazer longos cortes forçados de energia elétrica em todo Brasil. Estes cortes forçados, ou blecautes, foram apelidados de "apagões" pela imprensa.

Na época havia de fato uma possibilidade de ocorrência de apagões no país, sobretudo nas grandes cidades. Felizmente a aplicação desses cortes pôde ser evitada graças ao bom resultado de uma campanha por um racionamento "voluntário" de energia elétrica. Mas o termo ganhou uma grande popularidade, acabando por denotar toda e qualquer crise energética, ao invés de denotar apenas os eventuais cortes forçados.

Um racionamento de energia foi elaborado às pressas, na passagem de 2000 para 2001, que estipulou benefícios aos consumidores que cumprissem a meta e punições para quem não conseguisse reduzir seu consumo de luz. No final de 2001 as chuvas voltaram e o racionamento foi suspenso em fevereiro de 2002. O racionamento foi importante por fazer os consumidores entrarem no detalhe na composição de sua conta de energia.

Além do racionamento de 2001, a outra medida que influenciou o comportamento do consumidor na escolha do seu portfólio de eletrodomésticos e no consumo de energia

elétrica foi à implantação do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Durante a crise energética brasileira, o Governo Brasileiro decidiu resgatar e publicar um Projeto de Lei que tramitava no Senado Federal, e que tratava de estabelecer uma política nacional de eficiência energética para máquinas e aparelhos consumidores de energia, comercializados em nosso país. A referida lei foi Decretada pelo Presidente da República em 17 de outubro de 2001, Lei 10.295, determinando que o Poder Executivo seria responsável por estabelecer os níveis máximos de consumo ou mínimos de eficiência energética de máquinas e aparelhos consumidores de energia comercializados no País.

Com o início da etiquetagem para alguns eletrodomésticos deveríamos ter por parte do consumidor um maior entendimento da diferença entre o consumo elétrico de cada eletrodoméstico, permitindo a este fazer escolhas ótimas no aspecto de eficiência energética, baseada na sua necessidade e seu poder aquisitivo.

A etiqueta a seguir é um exemplo para refrigerador. Cada linha de eletrodoméstico possui sua própria etiqueta, só mudando as características técnicas de cada produto. A escala de eficiência vai de A a G, por exemplo, um produto com a etiqueta com a letra A é mais eficiente que um com a letra C e assim por diante.

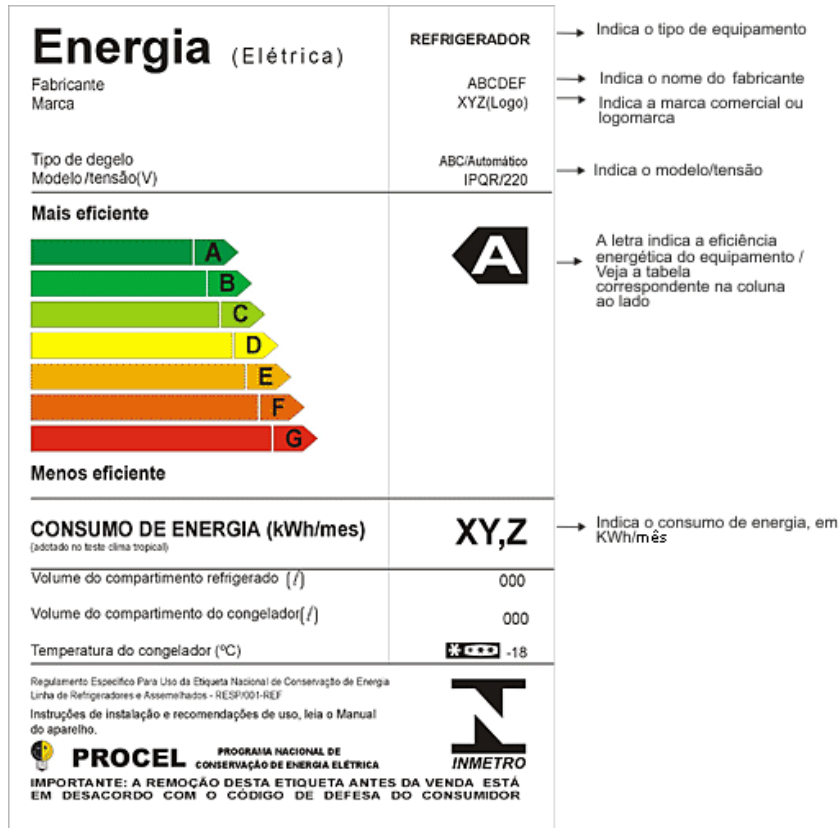


Figura 1 – Etiqueta de eficiência energética – Refrigerador

Fonte: Procel Website - <http://www.eletronbras.gov.br/elb/procel/>

Além disso, os produtos etiquetados que apresentam o melhor desempenho energético em sua categoria poderão também receber um selo de eficiência energética. Isto significa que estes produtos foram premiados como os melhores em termos de consumo específico de energia e faz a distinção dos mesmos para o consumidor. Para os equipamentos elétricos domésticos etiquetados é concedido anualmente o Selo Procel. Para aparelhos domésticos a gás é concedido o Selo Conpet.



Figura 2 - Selo CONPET e Selo PROCEL

Fonte: Procel Website - <http://www.eletrobras.gov.br/elb/procel/>

O Selo Procel de Economia de Energia ou simplesmente Selo Procel, tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria. Também objetiva estimular a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a redução de impactos ambientais. A partir destas informações, o consumidor passou a ter mais conhecimento para definir a compra de seu portfólio de eletrodomésticos.

Um aspecto importante para o consumidor é o consumo relativo de energia dos diferentes tipos de eletrodomésticos. Ou seja, a decisão sobre o portfólio de eletrodomésticos na residência está intrinsecamente ligada com o consumo de energia e alguns destes são mais importantes que outros nesse sentido. Na tabela a seguir, é notável a diferença entre o consumo de energia elétrica do chuveiro elétrico em relação aos outros eletrodomésticos. Isso quer dizer que a decisão sobre o aquecimento de água necessariamente está relacionada com a decisão sobre o consumo de energia elétrica, sendo uma das mais importantes motivações do presente trabalho.

Tabela 1 - Consumo Médio Mensal de energia elétrica por eletrodomésticos

	Potência Média (Watts)	Dias estimados Uso/Mês	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (Kwh)
CHUVEIRO ELÉTRICO	3500	30	40 min	70,0
FORNO MICROONDAS	1200	30	20 min	12,0
GELADEIRA (1 PORTA)	90	-	-	30
GELADEIRA (2 PORTAS)	130	-	-	55
LAVADORA DE ROUPAS	500	12	1 h	6,0
TV EM CORES - 29"	110	30	5 h	16,5

Fonte: Adaptado de Procel Website - <http://www.eletronbras.gov.br/elb/procel/>

Sabemos que o tipo de aquecimento de água escolhido tem um alto impacto sobre o consumo domiciliar, mas afinal, como a decisão sobre o tipo de aquecimento de água usado em cada domicílio afeta a forma como este domicílio consome a sua energia elétrica? Este efeito é importante e estatisticamente válido? Se isto for verdade, e se ignorarmos este efeito, as estimativas da demanda individual do consumidor serão viesadas.

Para entender o impacto do tipo de aquecimento de água utilizado no consumo energético dos consumidores, temos que dividir o problema em duas partes. A primeira parte deste problema, passa pela escolha do consumidor em relação ao tipo de aquecimento, esta decisão é uma escolha discreta. Já a segunda parte do problema está focada em como o consumidor usa a energia, esta uma escolha contínua.

Existem estudos semelhantes a este proposto, por exemplo, o estudo de DUBIN e McFADDEN (1984), onde é testado a escolha do portfólio de eletrodomésticos e sua relação no consumo de energia elétrica domiciliar. Outro estudo que é fundamental e será muito usado neste trabalho é o de NESBAKEN (2001) sobre o impacto da escolha do tipo de aquecimento das casas no consumo energético das famílias na Noruega.

Neste trabalho iremos focar no impacto da escolha do tipo de aquecimento de água e iremos usar a base de dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares do IBGE 2008-2009 para entender o impacto das decisões em relação ao tipo de aquecimento no consumo atual das famílias brasileiras.

Este trabalho possui, além da presente introdução, o capítulo 2 que fará uma revisão bibliográfica sobre o método discreto - contínuo e as principais especificações para as equações de demandas de energia elétrica domiciliares. A seguir, no capítulo 3 será detalhada

a base de dados utilizada e também a metodologia que será usada neste caso, além disso, entenderemos um pouco mais o viés existente quando ignoramos o efeito de uma escolha discreta significativa. No capítulo 4 será realizada uma análise dos resultados encontrados mostrando que a situação do viés encontrado quando não considerado o efeito da escolha discreta e finalmente no capítulo 5 concluiremos este trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica considerou os seguintes temas: escolha discreta, demanda para energia elétrica domiciliar, aplicação do método discreto - contínuo e também artigos que mostrem e tragam mais a realidade brasileira para a demanda de energia elétrica domiciliar.

Tendo em vista a discussão anterior sobre a sensibilização realizada na época do racionamento energético, a introdução do selo de consumo energético e o impacto do sistema de aquecimento de água na matriz energética domiciliar, começaremos a revisão bibliográfica com o entendimento da literatura sobre a escolha discreta.

Em SILVA (2004) temos detalhado com grande riqueza a teoria existente sobre este tipo de escolha. A escolha passa pela seleção de uma variável dentro de um conjunto de respostas limitado, este é o típico caso onde são utilizados modelos de escolha discreta. O resultado deste tipo de modelo mostra o ajuste das probabilidades de escolha da alternativa e não as escolhas propriamente feitas pelos interlocutores.

Os indivíduos são designados pelo índice n , com N o total de indivíduos na amostra, e as alternativas pelo índice j , com J o total de alternativas no conjunto de respostas. Dentro do conjunto finito, composto pelas J alternativas, o que motiva o indivíduo a optar por uma opção específica resulta da utilidade que obtém dessa opção. Para o analista, a utilidade do indivíduo n associada à alternativa j (U_{nj}) divide-se numa componente sistemática e numa componente não observável, conforme:

Nos modelos com V_{nj} linear teremos a seguinte configuração:

Em que V_{nj} é o componente determinístico e ϵ_{nj} é o componente aleatório idiossincrático da escolha. Pela teoria da maximização da utilidade temos que o indivíduo sempre faz a escolha que concede a maior utilidade.

Considerando a maximização da utilidade temos a probabilidade do indivíduo n optar pela alternativa j , descrita por:

Ou ainda em uma forma mais genérica teríamos:

Como já havíamos comentado, são estimadas as probabilidades de escolha e não respostas em si propriamente ditas. No caso que estamos estudando ele é importante porque define a probabilidade de escolha do tipo de aquecimento de água do consumidor. Os modelos mais usados para este tipo de estimação são o LOGIT e o PROBIT, a seguir detalharemos estes dois modelos.

Segundo WOOLDRIDGE (2003), quando a variável dependente (y) é discreta e possui um intervalo pequeno de valores, não faz muito sentido tratá-la como se fosse uma variável contínua. As principais desvantagens de utilizar um modelo de probabilidade linear é que as probabilidades encontradas pelo modelo podem ser menores que zero ou maior que um e os efeitos parciais de qualquer variável explanatória (aparecendo na forma de nível) são constantes. Estas limitações podem ser superadas utilizando modelos mais sofisticados de respostas binárias, por intermédio dos modelos LOGIT e PROBIT.

Em um modelo de resposta binária, o interesse está na probabilidade de resposta:

$$P(y = 1 | x) = P(y = 1 | x_1, x_2, \dots, x_k)$$

Em ordem de evitar as restrições de um modelo linear, consideramos o seguinte modelo de resposta binária:

$P(y = 1 | x) = G(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k) = G(\beta_0 + x\beta)$, em que G é uma função cujos valores estão estritamente entre zero e um para todos os números reais z . Várias funções não-lineares podem ser utilizadas para a função G de forma que as probabilidades fiquem entre zero e um. As duas mais utilizadas são:

- Modelo LOGIT, em que G é uma função exponencial:

$$G(z) = \frac{\exp(z)}{1 + \exp(z)} = \Lambda(z)$$

- Modelo PROBIT, em que G é uma distribuição normal padrão de uma função de distribuição cumulativa, sendo expressa como uma integral:

$$G(z) = \Phi(z) = \int_{-\infty}^z \phi(v) dv, \text{ onde } \phi(z) = (2\pi)^{-1/2} \exp(-z^2 / 2) \text{ é a densidade da}$$

normal padrão.

Os modelos LOGIT e PROBIT podem ser derivados de um modelo de variável latente que satisfaz as hipóteses clássicas do modelo linear. Seja y^* uma variável não observável, ou latente, determinada por:

$$y^* = \beta_0 + x\beta + e, y = \mathbb{1}[y^* > 0]$$

Na maior parte dos modelos de resposta binárias, o objetivo principal é explicar os efeitos das variáveis explanatórias (x_i) na probabilidade de resposta $P(y=1/x)$. Para estimar os modelos de resposta binárias não-lineares, é utilizada a estimação por máxima verossimilhança. Para isso, é necessária a densidade de y_i , dado x_i :

$$f(y | x_i; \beta) = [G(x_i\beta)]^y [1 - G(x_i\beta)]^{1-y}, y = 0,1.$$

A função log-verossimilhança é obtida tomando o log da função acima:

$$\ell_i(\beta) = y_i \log[G(x_i\beta)] + (1 - y_i) \log[1 - G(x_i\beta)]$$

Como G está estritamente entre zero e um tanto para LOGIT quanto para PROBIT, $\ell_i(\beta)$ é bem definida para todos os valores de β . A log-verossimilhança para uma amostra de tamanho n é obtida por meio da somatória da equação acima ao longo de todas as observações:

$$\wp(\beta) = \sum_{i=1}^n \ell_i(\beta)$$

A máxima verossimilhança de β , denotada por $\hat{\beta}$, maximiza a equação acima. Se a função G é uma função logística, então $\hat{\beta}$ é um estimador LOGIT. Se G é uma densidade cumulativa normal, então $\hat{\beta}$ é um estimador PROBIT.

Neste trabalho discutiremos apenas sobre o modelo LOGIT e será tratado assim daqui para frente.

Agora vamos entrar em detalhes sobre a relação do consumo elétrico domiciliar, temos em REISS e WHITE (2004) a demonstração da equação de consumo elétrico domiciliar como:

Sendo p um preço constante da energia elétrica, y o rendimento domiciliar, z o conjunto de características observáveis do consumidor, ω o conjunto de características não observáveis – termo erro econométrico – e β o conjunto dos parâmetros a ser estimado. Mais especificamente, é tratada uma equação linear com as seguintes variáveis, sendo C o consumo individual:

Mais importante que apenas checar a formulação da escolha contínua, é fundamental entender como podemos fazer este tipo de entendimento dentro da realidade brasileira. SCHMIDT e LIMA (2004) propõem a seguinte especificação para a demanda elétrica dos domicílios no Brasil:

Em que C é o consumo da energia elétrica, P_t é a tarifa, Y_t é a renda do trabalhador, L_t é o preço dos eletrodomésticos, S_t é o preço da energia alternativa (esta muito mais impactante no meio industrial, para o consumidor privado a única fonte alternativa possível a energia elétrica é o gás e somente para aquecimento de água.), e os subscritos denotam o tempo.

Em TRIGOSO (2004) é realizado um estudo muito mais detalhado em uma comunidade no interior do Nordeste brasileiro. Além do nível de renda, como já vimos antes, as variáveis arquitetônicas da residência, a localização geográfica, o clima, a estrutura

familiar, a atividade econômica dos moradores, o grau de escolaridade e os hábitos dos moradores são variáveis importantes para a formulação do problema, e são variáveis que afetam o consumo de energia elétrica dos domicílios.

Uma sumarização destas variáveis que afetam o consumo em fatores mais específicos é encontrada em MORANTE e ZILLES (2000). Podemos destacar os fatores técnicos da residência, os fatores psicológicos, e demográficos da família em questão e também os fatores geográficos, socioculturais e econômicos como importantes critérios para a seleção das variáveis do modelo econométrico estimado mais adiante.

Este tipo de formulação mais detalhada para a equação de consumo de energia elétrica domiciliar aparece também em trabalhos fora do Brasil, sendo que WILDER e WILLENBORG (1975) propõem uma regressão para a demanda de eletricidade domiciliar, além do estoque de eletrodomésticos possuídos por esta família, dados domiciliares, que vão desde a idade do chefe da família até o número de quartos da casa. Este trabalho foi realizado por meio de uma coleta de dados mais direcionada, eliminando o viés de região, climas e culturas diferentes, uma vez que os autores usam o estado norte-americano da Carolina do Sul como ponto único para a coleta de dados.

Como poderíamos esperar a variável renda mais uma vez é muito importante para o modelo, mas também aparecem outras variáveis como o tamanho da família, que impacta significativamente sobre a intensidade do uso de energia elétrica dentro das residências. Ou seja, na especificação do nosso modelo serão observadas características mais detalhadas sobre as famílias.

Entendido o modelo de escolha de discreta e os principais trabalhos para estimação do consumo de energia elétrica domiciliar, iremos agora detalhar o modelo discreto-contínuo. Em TRAIN, McFADDEN e BEM-AKIVA (1984), é usado este mecanismo para estimar o impacto da escolha do tipo de tarifa de telefone que o cliente seleciona, escolha discreta, e seu impacto na sua conta telefônica, escolha contínua.

Em MANSUR, MENDELSON e MORRISON (2005), existe a aplicação do modelo discreto-contínuo para entender a escolha do tipo de combustível usado por empresas e consumidores residenciais e seu impacto na demanda energética. Com isto os autores exploram a relação entre a demanda energética vinda destas escolhas e seu efeito no clima e impactos no aquecimento global.

Um estudo chave para o entendimento do conceito e largamente citado na literatura é o trabalho de DUBIN e McFADDEN (1984). Neste trabalho é discutido o impacto na demanda por eletricidade das residências em relação à escolha dos eletrodomésticos na mesma. No estudo os autores mostram que apesar de fatores não observáveis afetarem tanto a escolha dos eletrodomésticos quanto a intensidade do uso, é possível uma estimação consistente e uma clara especificação para demanda por eletricidade. Neste trabalho é demonstrado o viés da estimação direta do impacto do sistema sem considerar a escolha discreta do consumidor.

O método usa o desenvolvimento de um modelo de escolha discreta a partir de uma função de utilidade indireta.

A função indireta de utilidade relacionada com a escolha do portfólio de eletrodomésticos (u) é o ponto de partida e esta função de utilidade indireta é dada por:

—

Neste caso o consumidor encontra uma escolha de mutuamente exclusivas opções de portfólio. Portfólios estes que podem ser indexados i . Tal portfólio i tem um preço de aluguel (custo anualizado) c_i , que seria uma espécie de preço do portfólio i . Ainda temos p que é o preço da eletricidade, v que é o valor das energias alternativas, y que é a renda domiciliar, x que é o vetor equivalente as características do domicílio. Os β_j na equação são os estimadores destas variáveis.

O custo anualizado do portfólio é dado por:

, onde temos:

Em que c_i é o custo para se investir no portfólio alternativo i , r é a taxa de desconto, e é o consumo anual de combustível do domicílio do tipo j dado o portfólio i .

Com esta função utilidade e algumas definições adicionais, DUBIN e McFADDEN (1984) mostram a probabilidade do portfólio i ser escolhido tem um formato multinomial LOGIT não-linear e pode ser mostrada por:

Com a probabilidade de escolha já definida, DUBIN e McFADDEN (1984) estimam a demanda de eletricidade condicionada à escolha do sistema de aquecimento de água e do ambiente. Esta equação é estimada da seguinte forma:

Uma maneira mais eficiente de estimarmos esta equação é:

Sendo que a variável D_{it} representa uma variável dummy a qual é 1 quando i escolhe o sistema de aquecimento de água e do ambiente.

Para poder realizar a estimação econométrica do modelo, DUBIN e McFADDEN (1984) mostram que a estimação da segunda etapa do modelo, a etapa contínua, pode ser feita sem viés por três maneiras distintas:

(1) Método da Variável Instrumental: Colocando a probabilidade estimada P_{it} , calculada no modelo de escolha discreta como um instrumento para D_{it} . Com isto teríamos a seguinte lista de variáveis: P_{it} , X_{it} , Z_{it} , Y_{it} , D_{it} , Y_{it}^* , e Y_{it}^{**} .

(2) Método da forma reduzida: Aplicando mínimos quadrados ordinários na seguinte equação:

(3) Método da correção da expectativa condicional: Aplicando mínimos quadrados ordinários na seguinte equação:

O modelo discutido por eles traz uma estimação em dois passos sendo o primeiro usando um modelo multinomial LOGIT para a escolha discreta e para o segundo passo é estimada a demanda de energia condicional.

Em VAAGE (2000), o autor discorre sobre a tecnologia de aquecimento escolhida e a energia consumida, é usado um modelo discreto contínuo. Da mesma forma que DUBIN e McFADDEN (1984) a estimação é feita em dois passos distintos.

Em NESBAKEN (2001), o foco está na escolha do equipamento para aquecimento do ambiente e o consumo de energia domiciliar na Noruega. NESBAKEN (2001) aplica os mesmos conceitos de DUBIN e McFADDEN (1984) para a definição da escolha discreta, a grande diferença neste estudo é que a escolha do tipo de aquecimento e a quantidade do uso são estimadas simultaneamente.

Primeiramente é determinada uma função indireta da utilidade do consumidor:

Onde X refere-se à característica do domicílio, e com isto temos a expressão determinando as características observáveis do lar. A variável Y refere-se a renda domiciliar, Já variável Z é relativa ao custo de investimento, ou definindo melhor é o “preço de aluguel” do sistema de aquecimento. Neste modelo temos ainda C , que é a expressão que mostra o custo esperado da energia no momento da escolha discreta pelo consumidor.

Em t_1 , temos o custo da energia em t_1 e em t_2 temos outras características que afetam o consumo do sistema de aquecimento, são consideradas as características mais relacionadas ao meio ambiente no qual este domicílio está inserido. Além de X e Y , sendo ambas relativas a características não observáveis, sendo uma referida a intensidade do uso e a outra relativa a escolha do tipo de aquecimento respectivamente.

Como sabemos é de se esperar que o consumidor escolha o sistema de aquecimento que maximize a sua utilidade:

Já o consumo do tipo de energia h , com respeito ao sistema de aquecimento escolhido e presente na equação de utilidade é determinada pela identidade de Roy:

E com isto temos a formulação para o consumo total de energia condicional ao tipo de tecnologia de aquecimento escolhida, será:

Com tudo isto podemos montar o modelo econométrico para a probabilidade de escolha do tipo de aquecimento j :

E usando esta equação e considerando que o erro é distribuído segundo à distribuição de valores extremos (também conhecida como Gumbel) chegamos a equação do sistema de aquecimento, que na verdade é uma versão generalizada de um modelo LOGIT multinomial.

Como foi mostrado anteriormente podemos definir o consumo de energia total em t_1 condicionado a escolha do tipo de aquecimento j por intermédio da identidade de Roy. Assim temos o seu modelo completo.

Como foi visto em DUBIN e McFADDEN (1984) a variável η , que é relativa à intensidade de uso não é mais desconhecida e tem sua expectativa dado a escolha de um sistema de aquecimento j diferente de zero.

Considerando este novo ponto NESBAKEN (2001) usa a seguinte função para demanda de energia.

Esta equação tem alguns pontos importantes. O termo captura o efeito da correlação entre os características não observáveis relativas ao sistema de aquecimento e as características não observáveis relativas a utilização do sistema de aquecimento escolhido. Outro ponto importante aqui é o parâmetro β , que é a ligação entre a parte contínua e parte discreta do modelo, uma vez que este parâmetro é comum tanto para as variáveis observáveis renda e consumo do sistema escolhido. Além disso, algumas variáveis são eliminadas do modelo final, como η e ϵ que são relativas as expectativas dos consumidores no momento da instalação do sistema de aquecimento são consideradas como não observáveis.

Aqui temos o grande diferencial do modelo de NESBAKEN (2001), a estimação simultânea das duas escolhas. Para isto é utilizada a estimação por meio do procedimento de máxima verossimilhança e usada uma variável dummy D_j , que carrega o tipo de escolha do consumidor da seguinte forma.

Com isto chegamos ao modelo simultâneo usado por NESBAKEN (2001), dado por:

Onde P_{ij} é a probabilidade dada na equação representando a escolha discreta e f_{ij} é a função densidade de probabilidade condicional que vem da equação de consumo de energia, quando o erro ϵ_{ij} é considerado .

Neste trabalho teremos a estimação baseada no trabalho de DUBIN e McFADDEN (1984) e realizaremos a estimação em dois passos e usaremos as três metodologias usadas pelos autores para realizar as suas estimações.

3. METODOLOGIA

Antes de detalhar o modelo usado, é importante detalharmos o processo de construção da base de dados para a análise econométrica posterior.

3.1 BASE DE DADOS UTILIZADA

Iremos utilizar a Pesquisa sobre Orçamentos Familiares (POF) do IBGE (2008-2009) como ponto de partida. A POF é uma pesquisa domiciliar realizada por amostragem, que tem como objetivo obter informações sobre a estrutura de orçamentos (aquisições de produtos, serviços e rendimentos), estado nutricional e condições de vida das famílias da população brasileira.

A pesquisa foi realizada em domicílios particulares permanentes situados nas áreas urbanas e rurais em todas as Unidades da Federação brasileira durante os anos de 2008 e 2009. Com este material é possível conhecer os produtos adquiridos e os serviços utilizados pela população entrevistada durante este período, bem como o que representa cada um desses produtos e serviços em relação ao total adquirido por essas famílias.

A POF é realizada por amostragem. Ou seja, foram selecionadas uma parte dos lares brasileiros, denominada amostra, e esta amostra foi definida de forma que esta seja representativa da população como um todo. Isto permite que os resultados obtidos por meio da amostra sejam válidos para toda população, com um nível de precisão controlado.

Com o banco de dados em mãos, algumas características foram desconsideradas, por não terem relação com o modelo proposto ou devido a erro no banco de dados. Foram somente computados os domicílios com água encanada presente, devido a estes domicílios permitirem qualquer tipo de forma de aquecimento de água. Além disso, foram mantidos apenas domicílios onde a proveniência da água foi respondida na pesquisa.

Como podemos ter dentro do mesmo domicílio mais de uma família, foram considerados apenas os dados da família principal, além disso, foram eliminados todos os

dados de famílias que vivem em cômodos. Na amostra foram considerados apenas as contas com valores entre 4 e mil reais por mês.

A lista das variáveis usadas neste trabalho e a descrição de cada uma delas encontram-se na tabela a seguir:

Tabela 2 - Lista de variáveis do modelo

Código	Nome da Variável	Descrição
CONS_ENERGIA_KWH	Consumo energético domiciliar em KWH	Consumo de eletricidade domiciliar em KWH
ESC_CONSUMIDOR	Escolha do Consumidor referente ao sistema de aquecimento de água	Escolha feita pelo consumidor. Categorias: (00) Aquecimento Alternativo (01) Aquecimento Elétrico
EST_PROB	Variável de correção usada por Dubbin e McFadden, para o cálculo do método de correção da expectativa condicional	_____
ESTUDO	Número de anos de estudo	Identifica o número de anos de estudo do morador. Categorias: (00) Zero, (01) Um, (02) Dois, (03) Três, (04) Quatro, (05) Cinco, (06) Seis, (07) Sete, (08) Oito, (09) Nove, (10) Dez, (11) Onze, (12) Doze, (13) Treze, (14) Quatorze, (15) Quinze ou mais e (88) Não determinado (que incluem as pessoas que freqüentam ou freqüentaram curso Supletivo não seriado de primeiro ou segundo grau).
IDADE_D	Idade calculada em dias	Identifica a idade do chefe da família em dias completos. Foi calculada com base na data de nascimento e a data de início de preenchimento da Caderneta de Despesa Coletiva (POF3).
LEESCR	Capacidade de leitura e escrita	Identifica se o morador sabe ler e escrever. Categorias: (01) Sim e (02) Não.
LOG_RENDATM	Log da Variável Renda Total do domicílio	
LOGPRECO_RELATIVO	Log da Variável Preço relativo entre energia elétrica e gás	
LOGV_DESP	Log da Variável Valor da conta de energia elétrica	
P_ENERGIA	Preço da Energia	Preço da energia elétrica aplicado na época da pesquisa.
p1	Probabilidade estimada de escolha discreta (Probabilidade de escolha do tipo de aquecimento domicílio visitado. Variável esta que será usada para

Código	Nome da Variável	Descrição
		estimação da escolha contínua.
PGCOMP	Primeiro grau completo	Primeiro grau completo do chefe da família: (0) para não e (1) para sim
PRAGUA	Proveniência da água	Identifica a proveniência da água canalizada utilizada no domicílio. Categorias: (01) Rede Geral de Distribuição, (02) Poço ou Nascente e (03) Outra Proveniência.
PRECO_RELATIVO	Preço relativo entre energia elétrica e gás. Preço relativo considerando mesma geração de energia. (R\$/MWH)	_____, para a mesma geração de MWH
QBAN	Quantidade de Banheiros	Identifica o número de banheiros ou sanitários localizados dentro da propriedade e de uso exclusivo dos moradores do domicílio.
QCOM	Quantidade de cômodos	Identifica o total de cômodos existente no domicílio.
QMOR	Quantidade de Moradores	Identifica o número total de moradores no domicílio.
REGIAO	Região do país	Região do país na qual está localizado o domicílio entrevistado
RENDATM	Renda Total do domicilio	Identifica o valor em reais do rendimento bruto total mensal do domicílio. O rendimento total é obtido por meio do somatório dos rendimentos brutos monetários mensais de todos os moradores do domicílio, obtidos por meio do trabalho, transferências e outras rendas, mais a parcela relativa aos rendimentos não monetários mensais do domicílio, acrescido da variação patrimonial, que compreende vendas de imóveis, recebimentos de heranças e o saldo positivo da movimentação financeira.
TDOM	Tipo do domicílio	Identifica o tipo de domicílio. Categorias: (01) Casa, (02) Apartamento e (03) Cômodo.
UF	Unidade da Federação	Identifica o código da Unidade da Federação
V_DESP	Valor da conta de energia elétrica	Descrição Sumária: Identifica o valor em reais (R\$), considerando os centavos, da despesa realizada pela unidade de consumo no período de referência da pesquisa. O valor registrado corresponde ao valor da última conta paga dentro do período de referência de 90 dias.

Fonte: POF 2008/2009

Vamos analisar em mais detalhes a escolha discreta do consumidor. Na POF existe a divisão do tipo de aquecimento da água como qualquer uma das seguintes formas:

- (i) Energia Elétrica
- (ii) Gás
- (iii) Energia Solar
- (iv) Lenha/Carvão
- (v) Outras formas de aquecimento
- (vi) Opção por não ter aquecimento

Como o impacto no consumo de energia somente ocorre quando o aquecimento é elétrico, simplificaremos com apenas duas opções: aquecimento elétrico ou aquecimento alternativo (a soma de todas as outras formas). Até a finalização deste trabalho não tinha sido feita a divulgação dos resultados da pesquisa de 2008-09 em relação ao aquecimento de água predominante no domicílio, então a variável representativa do aquecimento de água teve de ser construída.

Com isto, devemos considerar que habitações que possuem número igual ou maior de chuveiros elétricos do que banheiros serão considerados como domicílios que possuem aquecimento de água predominante elétrico. Todas as outras opções serão consideradas habitações com aquecimento alternativo. Com isto teremos a seguinte distribuição para a variável:

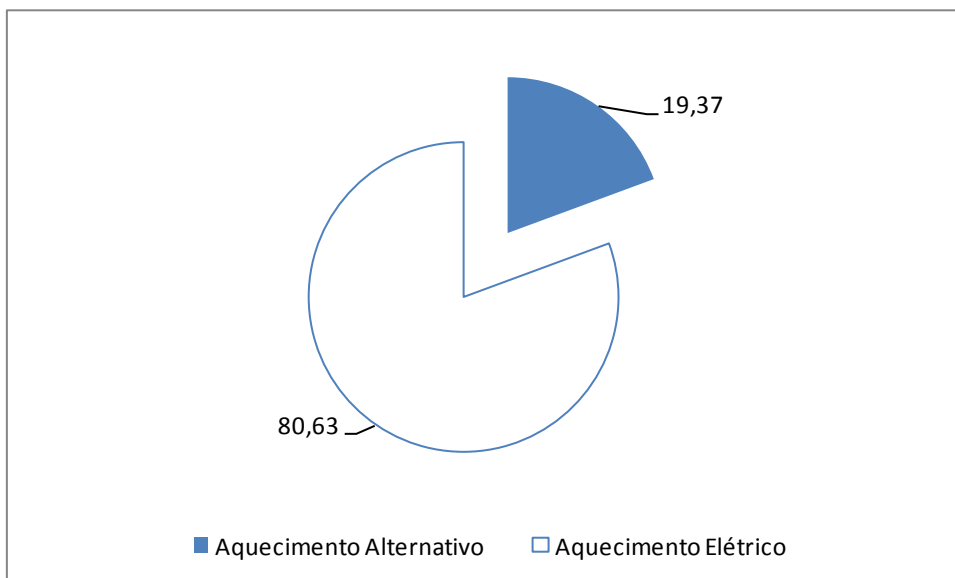


Gráfico 1 - Participação dos tipos de aquecimento

Fonte: POF 2008/2009

Devido a diferença na base do preço entre energia elétrica e gás (KWh para a energia elétrica e m³ para o gás) não podemos comparar diretamente os preços, devemos entender a capacidade de geração de energia térmica, que cada uma das tecnologias pode gerar e comparar o custo necessário para gerar a mesma quantidade de energia. Por isto, vale a pena entender à composição da variável PRECO_RELATIVO (preço relativo entre a energia elétrica e gás), Em RAIMO (2007), aparece uma comparação entre gás e sistema elétrico em termos de custo por MWh.

Tabela 3 - Preço por MWh – RAIMO (2007)

Energia	Preço adotado R\$/MWh
Eletricidade	401,8
m ³ GN – individual (tipologia 2D)	238,8
m ³ GN – individual (tipologias 3 e 4 D)	294,5
m ³ GN – coletivo	222,0
kg GLP – individual	210,6
Kg GLP - coletivo	189,5

Fonte: Tabela RAIMO (2007)

Com isto estaremos usando a seguinte formulação para a variável sobre o preço relativo entre energia elétrica e gás que o consumidor está exposto (PRECO_RELATIVO).

Temos então o preço relativo, como sendo:

Tabela 4 - Tabela índice para definição de preço relativo

	Preço R\$/MWh	δ
Preço energia elétrica	401,8	
Preço para gás - Casa até 2 Dormitorios	238,800	0,5943
Preço para gás - Casa acima de 2 Dormitorios	294,500	0,7330
Preço para gás - Apartamentos	222,000	0,5525

Fonte: Tabela RAIMO (2007) adaptada pelo autor

Em que , o índice da tabela acima, fazendo o ajuste para apartamentos será sempre usado o valor de GN coletivo () e casas será diferenciado pela quantidade de dormitórios. Onde casas com até dois dormitórios, tem o e casas com mais de dois dormitórios . É importante entender então que será função do tipo de domicílio (TDOM) e a quantidade dormitórios presentes na habitação (QDOM). Com isto teremos:

Outra variável importante para determinação do modelo é o preço de energia elétrica. Foi usada a base de dados existente no site da ANEEL para o ano de 2008, ano da realização da POF. Foram usados os dados de preço das concessionárias de energia que estavam em operação na época.

Tabela 5 - Preços de Energia Elétrica por Concessionária (2008)

Estado	Companhia	B1 - Residencial
Maranhão	MA CEMAR - Companhia Energética do Maranhão (Interligado)	0.41852
Tocantins	TO CELTINS - Companhia de Energia Elétrica do Estado do Tocantins	0.41057
Goiás	GO CHESP - Companhia Hidroelétrica São Patrício	0.40609
Rio de Janeiro	RJ AMPLA - Ampla Energia e Serviços S/A	0.39886
Rio de Janeiro	RJ CERJ - Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro	0.39886
Rondônia	RO CERON - Centrais Elétricas de Rondônia S/A.	0.39743
Minas Gerais	MG EMG - Energisa Minas Gerais - Distribuidora de Energia S.A.	0.39565
Pará	PA EPB - Energisa Paraiba - Distribuidora de Energia	0.39459
Paraíba	PB EPB - Energisa Paraíba - Distribuidora de Energia	0.39459
Alagoas	AL CEAL - Companhia Energética de Alagoas	0.38747
Piauí	PI CEPISA - Companhia Energética do Piauí	0.38723
Rio Grande do Sul	RS HIDROPAN - Hidroelétrica Panambi S/A.	0.38419
São Paulo	SP CLFM - Companhia Luz e Força Mococa	0.37669
Santa Catarina	SC COOPERALIANÇA - Cooperativa Aliança	0.37655
Rio Grande do Sul	RS DEMEI - Departamento Municipal de Energia de Ijuí	0.37217
Sergipe	SE SULGIPE - Companhia Sul Sergipana de Eletricidade	0.3709
Acre	AC ELETROACRE - Companhia de Eletricidade do Acre	0.37081
Mato Grosso do Sul	MS ENERSUL - Empresa Energética de Mato Grosso do Sul S/A. (Interligado)	0.36768
Rio de Janeiro	RJ ENF - Energisa Nova Friburgo - Distribuidora de Energia S.A.	0.36768
São Paulo	SP RGE - Rio Grande Energia S/A.	0.35811
Rio Grande do Sul	RS ELETROCAR - Centrais Elétricas de Carazinho S/A.	0.35717
São Paulo	SP CPEE - Companhia Paulista de Energia Elétrica	0.35636
Roraima	RR Boa Vista - Boa Vista Energia S/A	0.35499
Ceará	CE COELCE - Companhia Energética do Ceará	0.35233
Roraima	RR CERR - Companhia Energética de Roraima	0.35038
Rio Grande do Sul	RS MUX-Energisa - Muxfeldt Marin & Cia. Ltda	0.34943
Pernambuco	PE CELPE - Companhia Energética de Pernambuco	0.34781
Paraná	PR FORCEL - Força e Luz Coronel Vivida Ltda	0.34674
Espírito Santo	ES ELFSM - Empresa Luz e Força Santa Maria S/A.	0.34238
Santa Catarina	SC EFLUC - Empresa Força e Luz João Cesa Ltda	0.34137
Santa Catarina	SC IENERGIA - Iguazu Distribuidora de Energia Elétrica Ltda	0.33589
Amazonas	AM CEAM - Companhia Energética do Amazonas	0.33291
Mato Grosso	MT CEMAT - Centrais Elétricas Matogrossenses S/A. (Interligado)	0.32511
Rio de Janeiro	RJ ENF - Energisa Nova Friburgo - Distribuidora de Energia S.A.	0.32434
Rio de Janeiro	RJ ENF - Energisa Nova Friburgo - Distribuidora de Energia S.A.	0.32434
São Paulo	SP ELEKTRO - Elektro Eletricidade e Serviços S/A.	0.32393
São Paulo	SP CSPE - Companhia Sul Paulista de Energia	0.32384
Pará	PA CELPA - Centrais Elétricas do Pará S/A. (Interligado)	0.31936
Bahia	BA COELBA - Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia	0.31828
Minas Gerais	MG DMEPC - Departamento Municipal de Eletricidade de Poços de Caldas	0.31641
Amazonas	AM MANAUS-ENERGIA - Manaus Energia S/A	0.31516
São Paulo	SP CLFSC - Companhia Luz e Força Santa Cruz	0.31399
Rio de Janeiro	RJ LIGHT - Light Serviços de Eletricidade S/A.	0.31172
Espírito Santo	ES ESCELSA - Espírito Santo Centrais Elétricas S/A.	0.30929
Rio Grande do Sul	RS CEEE-D - Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica	0.30642
São Paulo	SP CPFL - Piratininga - Companhia Piratininga de Força e Luz	0.3043
Santa Catarina	SC EFLUL - Empresa Força e Luz Urussanga Ltda	0.30225
São Paulo	SP BANDEIRANTE - Bandeirante Energia S/A	0.30047
São Paulo	SP EEB - Empresa Elétrica Bragantina S/A.	0.29684
Goiás	GO CELG-D - Celg Distribuição S.A.	0.29353
Paraíba	PB CELB - Companhia Energética da Borborema	0.29019
Paraná	PR COCEL - Companhia Campolarguense de Energia	0.28972
São Paulo	SP EDEVP - Empresa de Distribuição de Energia Vale Paranapanema S/A	0.28549
São Paulo	SP EDEVP - Empresa de Distribuição de Energia Vale Paranapanema S/A	0.28549
Pará	PA JARI - Jari Celulose, Papel e Embalagens S.A.	0.28408
Rio Grande do Norte	RN COSERN - Companhia Energética do Rio Grande do Norte	0.2818
Santa Catarina	SC CELESC-DIS - Celesc Distribuição S.A.	0.27836
São Paulo	SP CPFL-Paulista - Companhia Paulista de Força e Luz	0.2764
Sergipe	SE ENERGIPE - Empresa Energética de Sergipe S/A.	0.27606
Paraná	PR CFLO - Companhia Força e Luz do Oeste	0.27122
São Paulo	SP ELETROPAULO - Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A	0.26729
São Paulo	SP CNEE - Companhia Nacional de Energia Elétrica	0.26633
Rio Grande do Sul	RS AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A	0.26362
Paraná	PR COPEL-DIS - Copel Distribuição S/A	0.26067
São Paulo	SP CJE - Companhia Jaguari de Energia	0.2525
Distrito Federal	DF CEB-DIS - CEB Distribuição S/A	0.24341
São Paulo	SP CAIUA-D - Caiuá Distribuição de Energia S/A	0.22703
Amapá	AP CEA - Companhia de Eletricidade do Amapá	0.19729

Fonte: <http://www.aneel.gov.br/>

A base de dados existente no site, como vemos na tabela 6, não estratifica dados por unidade federativa, e sim por concessionária de energia elétrica. Assim sendo, foi

determinada uma média aritmética para determinar o preço de energia elétrica para cada unidade federativa:

Sendo i a unidade federativa em questão, e x_i refere-se ao preço da energia da concessionária x dentro da unidade federativa i . Com isto temos a seguinte distribuição para a variável preço de energia:

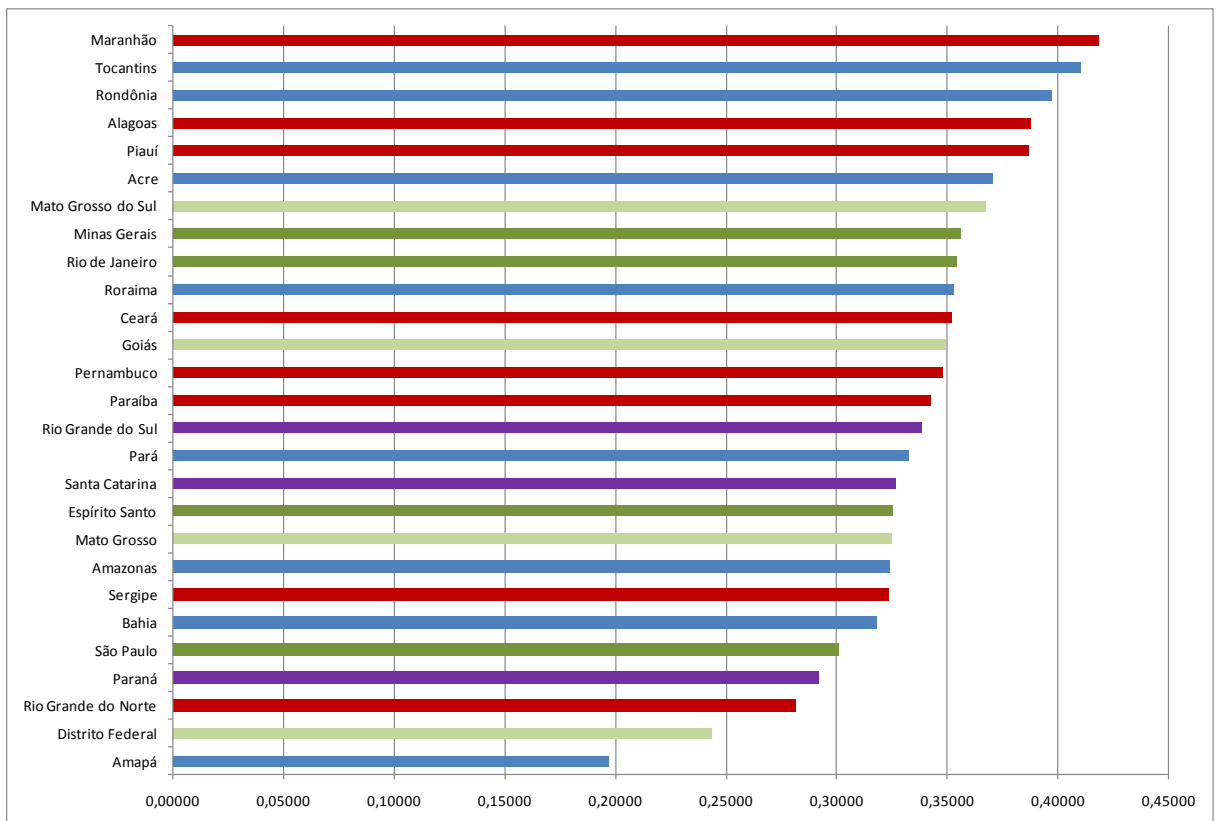


Gráfico 2 - Preço de energia elétrica por UF (R\$/KWh)

Fonte: <http://www.aneel.gov.br/>, dados trabalhados pelo autor

No gráfico sobre o preço da energia elétrica por UF foram separados os estados e identificadas as diferentes regiões do país por meio da texturização diferenciada para cada região. Com isto conseguimos ver que as regiões têm diferenças de preços significativas dentro delas, e que podem afetar o modelo. Por exemplo, na região Norte o estado Maranhão possui custo de 0,4182 R\$/kWh e o Amapá mostra um valor extremamente mais baixo de 0,1973 R\$/kWh, a diferença basicamente vem do fato da geração de energia por cada uma das

concessionárias de energia elétrica. No Amapá a matriz é 100% hidrelétrica, a mais barata, já no caso do Maranhão a matriz é muito mais complexa e diversificada.

A variável contínua renda total da moradia (RENDATM) foi retirada diretamente da pesquisa de orçamentos familiares do IBGE e é o rendimento mensal total do domicílio.

Foi definida uma variável (LOG_RENDATM) que aplica o logaritmo sobre a variável da renda total familiar (RENDATM). O objetivo desta aplicação é normalizar a variável RENDATM que como conseguimos ver no histograma de RENDATM, não possui uma distribuição normal.

Já o consumo de energia aparece como a variável explicada na parte contínua do modelo. Da base do IBGE, usaremos o valor da despesa de energia elétrica do último mês em reais. Como temos o preço para cada unidade federativa (P_ENERGIA) e a valor da despesa de energia elétrica dos domicílios (V_DESP), foi obtido o consumo de energia em KWH para cada domicílio, da seguinte forma:

Dá mesma forma que a variável RENDATM, a variável CONS_ENERGIA_KWH foi normalizada por meio a aplicação da função log.

Analisaremos também a variável que representa Total de gasto em energia elétrica (V_DESP), afinal esta variável é usada na construção da variável CONS_ENERGIA_KWH, e para muitos autores é considerada como uma das mais importantes para a parte discreta do modelo.

Outra variável importante é a variável relativa ao número de cômodos (QCOM), que mostra uma diferenciação na distribuição entre os tipos de aquecimento. Observando o gráfico abaixo notamos que os dois tipos de aquecimento têm uma distribuição normal e existe uma diferença de média entre as duas populações. No modelo de escolha discreta será testada a importância desta variável.

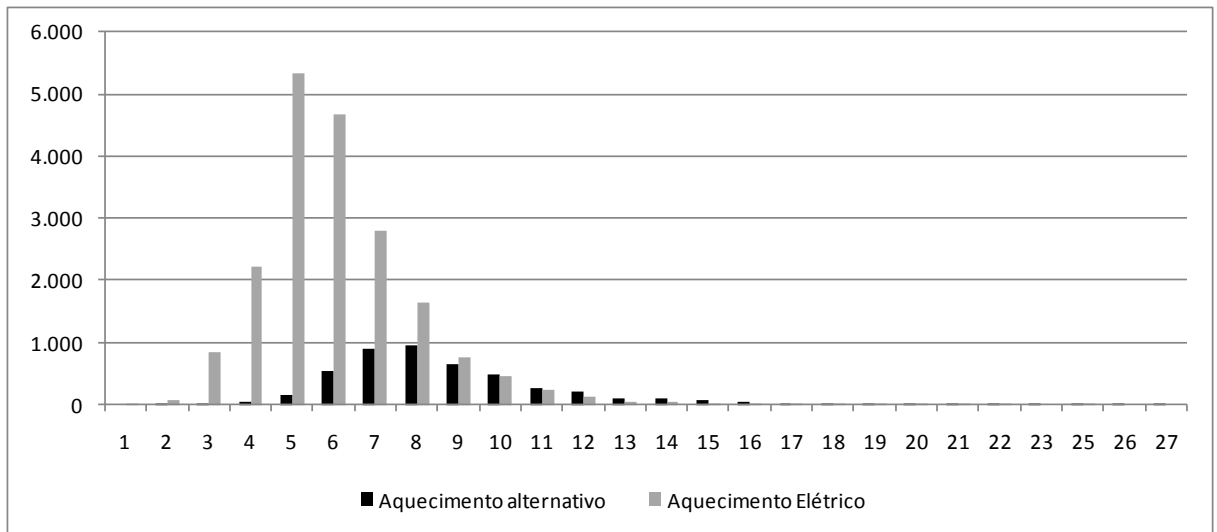


Gráfico 3 - Histograma de Quantidade de Cômodos do Domicílio (QCOM) - Separado por tipo de aquecimento

Fonte: POF 2008/2009

Outra variável que será analisada tanto para o efeito da escolha discreta como na contínua é a região do país à qual pertence o domicílio entrevistado pelo IBGE. Esta informação é importante porque impacta na utilidade na qual os residentes destas regiões dão para o aquecimento da água, seus usos e costumes regionais (parte discreta do modelo). Também quando observamos a perspectiva da intensidade do uso (parte contínua do modelo), na qual o clima pode afetar a necessidade do uso do aquecimento de água em uma residência.

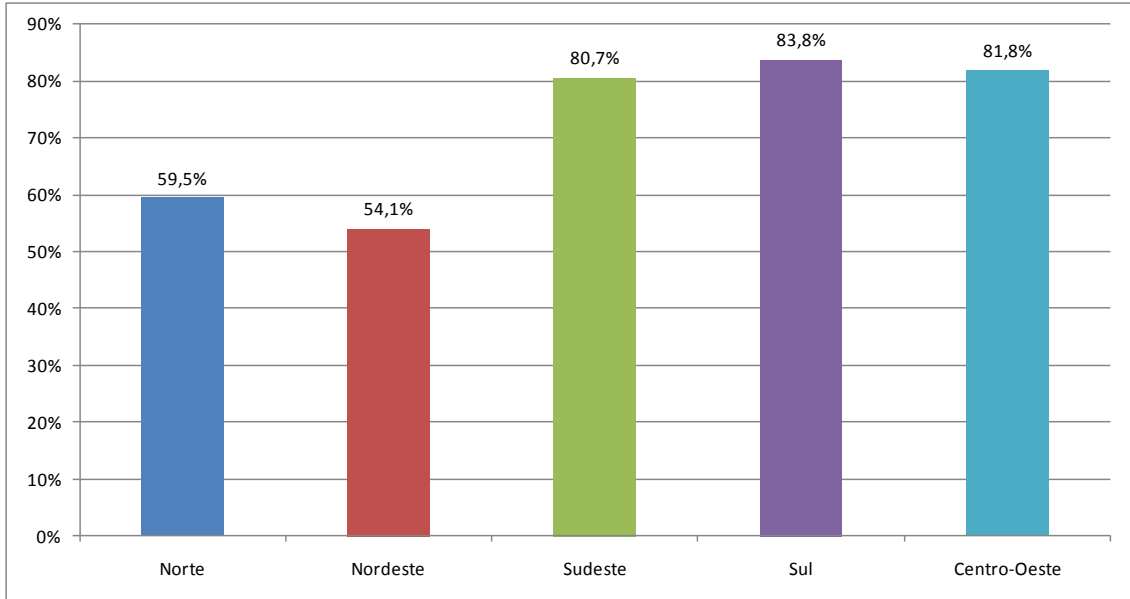


Gráfico 4 - Distribuição percentual para o aquecimento elétrico por região

Fonte: POF 2008/2009, dados trabalhados pelo autor

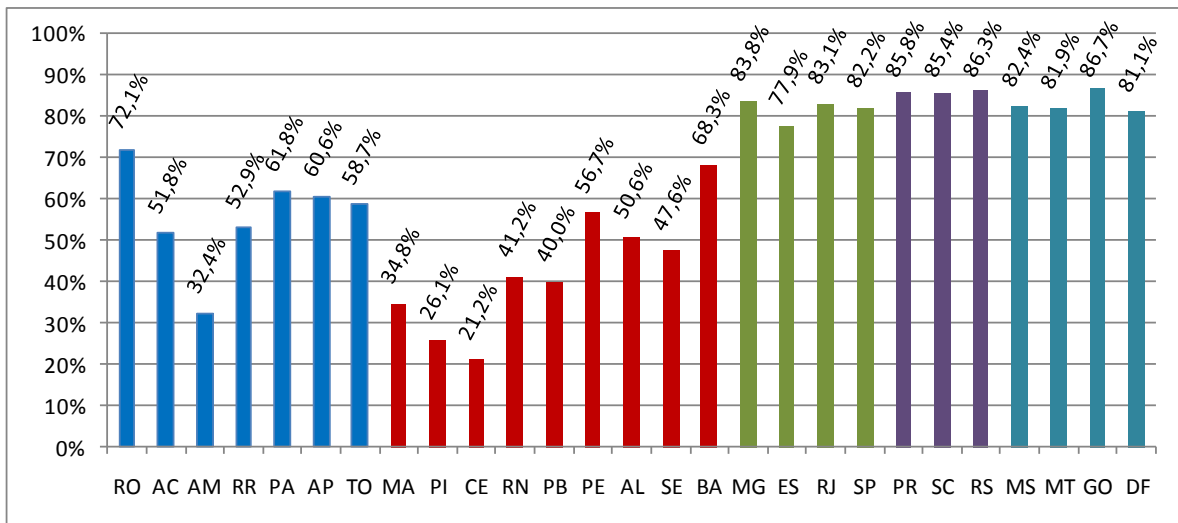


Gráfico 5 - Distribuição percentual para o aquecimento elétrico por UF

Fonte: POF 2008/2009, dados trabalhados pelo autor

Como podemos ver nos gráficos acima, temos uma grande diferença entre as regiões e entre as unidades federativas também. Existem estados com 21% de aquecimento elétrico (CE) e outros com números superiores a 80%. Provavelmente temos um impacto das características climáticas da região na influência da utilidade para os consumidores em relação ao aquecimento da água, ou o efeito renda familiar mais uma vez mostrando-se presente. Quando olhamos a situação na qual temos grandes diferenças em estados da mesma

região (CE – 21%; BA – 68%) não podemos de forma alguma descartar o efeito da diferença de renda domiciliar em cada Estado da união.

Na tabela a seguir, aparece um resumo com as principais estatísticas descritivas das variáveis que serão usadas na estimação do modelo.

Tabela 6 - Estatísticas Descritivas para as principais variáveis

		Número de amostras	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
CDOM	Cômodos servindo de dormitórios	23.975	1,99	7,00	1,00	0,84
CONS_ENERGIA_KWH	Consumo de energia elétrica mensal em KWh	23.975	235,03	3.079,05	11,38	205,15
P_ENERGIA	Preço da Energia	23.975	0,33	0,42	0,20	0,03
PRECO_RELATIVO	Preço Relativo (Energia Elétrica vs GN)	23.975	0,21	0,31	0,11	0,03
QBAN	Quantidade de Banheiros	23.975	1,45	9,00	1,00	0,78
QCOM	Quantidade de Cômodos	23.975	6,56	27,00	1,00	2,31
QMOR	Quantidade de Moradores	23.975	3,16	14,00	1,00	1,43
RENDATM	Renda Domiciliar Total do Domicílio em Reais	23.975	3.223,26	117.219,22	12,25	4.220,15
V_DESP	Despesas Mensais com Energia Elétrica em Reais	23.975	77,61	999,00	4,03	67,98

Fonte: POF 2008/2009

Nota: Dados trabalhados pelo autor

Da tabela acima temos que em média cada domicílio possui 3,16 moradores, e temos em média 1,45 banheiros por domicílio, a renda média em reais está em 3223,26, chegando a valores mínimos de 12,25 e um máximo de 117.219,22. Também conseguimos ver que existe uma boa distribuição do preço relativo da energia elétrica versus gás, com média de 0,21 e com valores extremos de 0,11 e 0,31, ou seja, temos domicílios onde a diferença do custo de operação entre energia elétrica e gás é de apenas 0,11 R\$/KWh e domicílios onde esta diferença é praticamente três vezes isto. Com certeza potencializando a troca de sistema de aquecimento.

Para um melhor entendimento sobre as variáveis que podem influenciar mais o modelo de escolha discreta, será considerada e definida uma tabela um pouco diferente, separando as médias das variáveis de acordo com o aquecimento usado na residência.

Tabela 7 - Média das principais variáveis separadas por tipo de aquecimento

		Aquecimento Alternativo	Aquecimento Elétrico	Delta
V_DESP	Despesas Mensais com Energia Elétrica	69,98862	109,3673	-36%
P_ENERGIA	Preço da Energia	0,3317528	0,3343128	-1%
QMOR	Quantidade de Moradores	3,119801	3,333836	-6%
PRECO_RELATIVO	Preço Relativo (Energia Elétrica vs GN)	0,2052578	0,2124754	-3%
RENDATM	Renda Domiciliar Total do Domicílio	2688,051	5451,682	-51%
QCOM	Quantidade de Cômodos	6,040192	8,710317	-31%
QBAN	Quantidade de Banheiros	1,192893	2,507646	-52%
CDOM	Cômodos servindo de dormitórios	1,914908	2,281068	-16%
IDADE_D	Idade em dias do chefe da casa	17669,18	18740,27	-6%
CONS_ENERGIA_KWH	Consumo de energia elétrica mensal em KWh	212,5176	328,777	-35%

Fonte: POF 2008/2009

Nota: Dados trabalhados pelo autor

Olhando para tabela acima, podemos destacar algumas variáveis. Como por exemplo, a variável relativa ao valor da despesa (V_DESP), onde identificamos uma diferença de praticamente 36% entre médias para os consumidores com opções diferentes. A média é maior para as pessoas que utilizam aquecimento elétrico. Em relação à Renda Total domiciliar (RENDATM), temos aqui uma diferença ainda maior 51% em favor do consumidor com aquecimento elétrico. A primeira impressão que temos é que um consumidor com renda maior tem menos atração por um sistema alternativo de aquecimento. A quantidade de banheiros existente (QBAN) mostra também uma boa diferença de 52% favorável aos domicílios que usam sistema elétrico como predominante para aquecimento de água, a diferença entre uma opção e outra é de apenas um banheiro. Esta relação pode surgir da própria especificação da escolha do consumidor, durante o entendimento dos resultados será detalhado mais este tema, considerando a consistência estatística e econômica desta variável.

3.2 MÉTODO USADO NESTE TRABALHO

Para melhor entendimento do modelo vamos detalhar graficamente as variáveis que impactam nele.

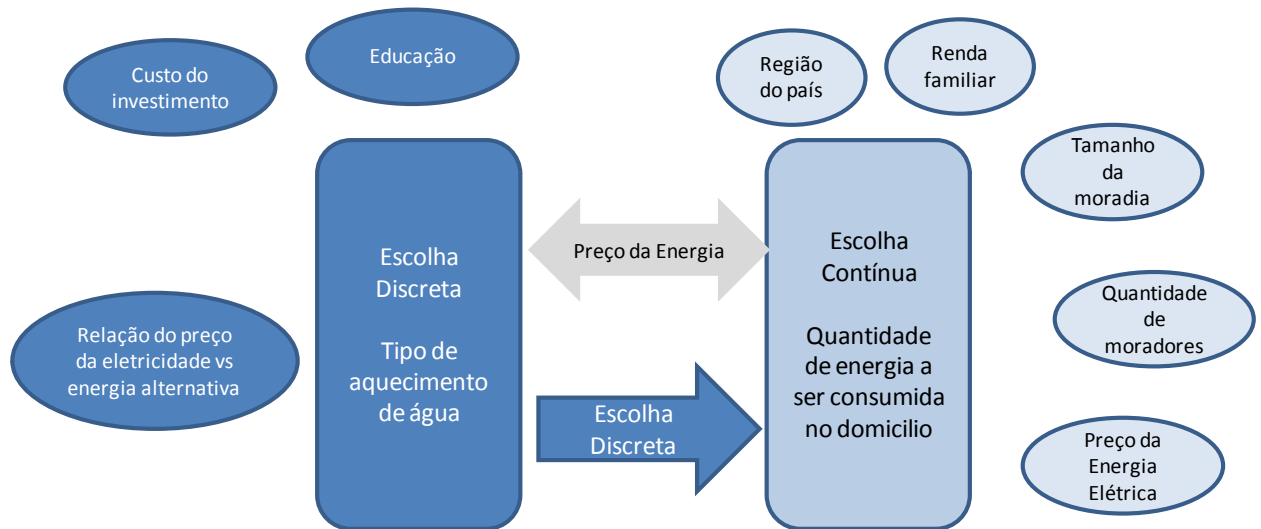


Figura 3 - Diagrama com as variáveis do modelo

Fonte : Elaborado pelo autor

Na Figura acima temos os principais pontos que afetam as duas fases da escolha do consumidor. A parte da escolha discreta no modelo surge a partir da maximização da utilidade do consumidor que será definida por:

Primeiramente vamos entender as variáveis que afetam a investimento a ser feito em um sistema alternativo. Não temos como definir o valor de investimento que cada uma das famílias está exposta, por isto testaremos algumas variáveis diferentes, a renda total da família (RENDATM), o valor da despesa da energia elétrica (VDESP) e o número de banheiros (QBAN). Cada uma destas variáveis pode de alguma forma afetar o retorno associado com a escolha de um sistema alternativo de aquecimento e, portanto podem ser importantes para definição deste investimento.

Na literatura é destacado o fator educacional como importante para determinar decisões de investimento. Para isto iremos supor que quanto maior o grau de escolaridade do

“chefe familiar” (ESTUDO) maior a probabilidade de o indivíduo buscar por todas as informações disponíveis, para poder optar ou não por um sistema de aquecimento alternativo que traga para a sua família uma utilidade maior, além disto, o fator relativo a idade do chefe familiar (IDADE) pode trazer alguma ajuda para entendermos melhor este ponto.

Outra variável importante aqui é o preço relativo da energia alternativa (gás) em relação à energia elétrica que o consumidor está exposto (PRECO_RELATIVO). Esta variável é importante uma vez que quanto maior esta diferença, maior a chance de termos um retorno favorável ao sistema alternativo.

Alem disto iremos testar a variável relacionada à região do país (REGIAO) no qual o domicílio está inserido e testar se existem diferenças regionais para o uso de determinada forma de aquecimento de água.

Lembrando que Épsilon (ϵ) é o termo representativo da parte idiossincrática da utilidade, cujas diferentes propriedades estatísticas levarão a diferentes modelos econométricos.

Já em relação à equação que representará o consumo de energia domiciliar sujeito à escolha do sistema de aquecimento, o modelo será focado nas variáveis que afetam a intensidade do uso da energia elétrica domiciliar com a seguinte representação:

Mais uma vez vamos olhar o impacto da região do país no qual o domicílio está localizado (REGIAO). Estamos tentando captar os fatores geográficos e não sociais, o foco está no impacto da intensidade do uso. Mais claramente no clima da região e com isto na intensidade de uso da água quente.

A renda total domiciliar (RENDATM) é importante, por toda a literatura é o fator mais utilizado e mais demonstrado como significativo. Esta variável é importante por captar parte do efeito da variável não observável “portfólio de eletrodomésticos”. Quando olhamos a intensidade do consumo, uma variável não pode ser deixada de lado é a quantidade de moradores que habitam nos domicílios pesquisados (QMOR), quanto mais moradores temos em um domicílio podemos esperar um maior de consumo de energia elétrica.

Obviamente temos que validar o impacto da escolha do consumidor (ESC_CONSUMIDOR) dentro da equação de consumo individual. A metodologia de DUBBIN & McFADDEN (1984) será adotada para isto.

Por último, mas não menos importante está o preço da energia elétrica unitária que o consumidor está exposto (P_ENERGIA), devemos esperar uma relação muito forte do preço na demanda de energia.

3.3 VIESES DA ESTIMAÇÃO POR MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS

Se fizéssemos a estimação direta colocando a escolha do consumidor como variável explicativa do modelo, incorreríamos em dois potenciais problemas de estimação, o viés de endogeniedade e o outro viés relacionado à auto-seleção.

Primeiro vamos analisar o viés da endogeniedade, iremos usar um exemplo sobre telefonia, no caso de uma escolha discreta entre uma tarifa única ou um serviço de telefone medido por quantidade de uso, e a escolha contínua sendo o número de ligações locais realizadas. Neste caso está bastante claro que a pessoa que escolhe uma tarifa única, deve ser a pessoa que mais realiza ligações locais, o que mostra uma falha de especificação ao problema. Porém existe uma forma de corrigir, e passa por meio de calcularmos as possibilidades estimadas para a escolha discreta e utilizar esta probabilidade como especificação do modelo contínuo.

O outro viés que aparece é o problema da auto-seleção. Este problema vem basicamente do fato dos dados existentes da variável contínua depender da escolha discreta. Sabemos que para este caso, ε não tem média zero, portanto temos que fazer a seguinte substituição:

(Equação Original)

E assim corrigindo a equação inicial para:

Aonde tem média zero por definição.

Estes dois problemas aparecem sempre que não tratamos os efeitos de forma independente.

4. RESULTADOS

Primeiramente vamos entender a estimação da escolha discreta, LOGIT, que foi feita por meio do STATA, utilizando-se erros padrões robustos para sua estimação.

Iniciamos a especificação com o modelo M1, no qual foram colocadas todas as variáveis do modelo que mostraram significância quando comparamos as médias nas duas decisões diferentes do consumidor (REGIAO, UF, V_DESP, LOGRENDATM e QBAN). Além disso, complementamos com variáveis que aparecem no modelo de DUBIN e McFADDEN (1984), como a variável que fala sobre mostra a relação entre o preço entre da energia elétrica e o preço do gás (PRECO_RELATIVO) e fechamos com as variáveis para testar o nível de estudo do chefe de família (ESTUDO – Anos de estudo do chefe da família, PGCOMP – Dummy sobre o primeiro grau completo e LEESCR – Dummy sobre a capacidade de ler e escrever), para podermos entender a influência do seu conhecimento na capacidade de fazer escolhas.

Por meio dos resultados dos modelos, identificamos que as variáveis de estudo tiveram significância no modelo. Fomos ajustando o modelo para torná-lo mais simples e retirando as dummies e as variáveis menos significativas. Olhando todos os modelos testados iremos usar o modelo 1 que é o modelo mais completo e ainda sim que possui estimadores bem significantes.

Dentre todos os modelos estimados, vamos destacar os modelos abaixo:

Tabela 8 - Resultados da Escolha Discreta

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Preço relativo (Energia Elétrica vs Gás)	-2.431 * (-2.122)	-2.431 * (-2.122)	-2.522 * (-2.205)	-2.526 * (-2.209)	-2.766 *** (-3.297)	-2.826 *** (-3.367)	-2.834 *** (-3.387)	-4.513 *** (-5.444)
Quantidade de Banheiros	-3.329 *** (-42.162)	-3.329 *** (-42.162)	-3.311 *** (-42.581)	-3.312 *** (-42.612)	-3.272 *** (-42.461)	-3.268 *** (-42.301)	-3.268 *** (-42.378)	-3.274 *** (-42.982)
Dummy_Nordeste	-1.169 ** (-3.088)							
Dummy_Sudeste	0.639 *** (3.568)							
Dummy_Sul	0.890 *** (4.914)							
Dummy_Centro-Oeste	1.384 *** (4.804)							
Valor da despesa mensal de energia elétrica	0.003 *** (6.361)	0.003 *** (6.361)	0.003 *** (6.440)	0.003 *** (6.451)	0.003 *** (5.533)	0.003 *** (5.617)	0.003 *** (5.628)	0.003 *** (5.634)
Anos de estudo do Chefe da família	0.040 ** (3.106)	0.040 ** (3.106)	0.034 ** (2.710)	0.034 ** (2.684)	0.030 * (2.423)			
Idade em dias do chefe da família	0.000 * (2.270)	0.000 * (2.270)						
Log da renda total do domicílio	0.364 *** (9.766)	0.364 *** (9.766)	0.374 *** (10.093)	0.373 *** (10.069)	0.381 *** (10.586)	0.394 *** (11.003)	0.395 *** (11.192)	0.351 *** (10.195)
Constant	3.109 *** (7.945)	3.109 *** (7.945)	3.252 *** (8.401)	3.299 *** (8.582)	3.199 *** (10.799)	3.237 *** (10.981)	3.235 *** (10.982)	4.900 *** (17.762)
Dummies de Região Norte/Nordeste vs Outras Regioes	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	No
Dummies de Capacidade de Leitura e Escrita	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Dummies de Primeiro Grau Completo	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No
Dummies de UF	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No
Dummies de Proveniencia da água	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Number of Obs.	23975	23975	23975	23975	23975	23975	23975	23975
Pseudo R2	0.481	0.481	0.481	0.481	0.475	0.474	0.474	0.462
Chi-Squared.	2597.689	2597.689	2601.827	2597.470	2389.583	2359.605	2358.756	2085.877
P-Val. Chi2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

* Significância a 10%, ** Significância a 5%, *** Significância a 1%

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

Tabela 9 - Resultado da Elasticidade da Escolha Discreta

	Elast-M1	Elast-M2	Elast-M3	Elast-M4	Elast-M5	Elast-M6	Elast-M7	Elast-M8
Preço Relativo (Quanto Energia elétrica é mais cara que opção gás em R\$/Kwh)	-0.050 * (-2.124)	-0.050 * (-2.124)	-0.052 * (-2.208)	-0.052 * (-2.212)	-0.058 *** (-3.300)	-0.059 *** (-3.370)	-0.060 *** (-3.391)	-0.098 *** (-5.462)
Quantidade de Banheiros	-0.480 *** (-44.752)	-0.480 *** (-44.752)	-0.477 *** (-44.950)	-0.477 *** (-44.999)	-0.481 *** (-45.582)	-0.482 *** (-45.570)	-0.482 *** (-45.630)	-0.499 *** (-47.335)
Dummy_Nordeste	-0.009 ** (-3.081)							
Dummy_Sudeste	0.028 *** (3.569)							
Dummy_Sul	0.021 *** (4.916)							
Dummy_Centro-Oeste	0.030 *** (4.803)							
Valor da conta de energia elétrica	0.025 *** (6.472)	0.025 *** (6.472)	0.025 *** (6.555)	0.026 *** (6.567)	0.022 *** (5.608)	0.022 *** (5.696)	0.022 *** (5.707)	0.023 *** (5.718)
Anos de Estudo do Chefe da família em Anos	0.031 ** (3.112)	0.031 ** (3.112)	0.026 ** (2.714)	0.026 ** (2.687)	0.024 * (2.426)			
Idade do chefe da família em Dias	0.019 * (2.276)	0.019 * (2.276)						
Log Renda Total do Domicílio (em milhares de reais)	0.278 *** (10.083)	0.278 *** (10.083)	0.285 *** (10.444)	0.285 *** (10.420)	0.297 *** (11.022)	0.308 *** (11.479)	0.308 *** (11.703)	0.284 *** (10.612)
Constante								
Dummies de Região Norte/Nordeste vs Outras Regioes	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	No
Dummies de Capacidade de Leitura e Escrita	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Dummies de Primeiro Grau Completo	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No
Dummies de UF	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No
Dummies de Proveniencia da água	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Number of Obs.	23975	23975	23975	23975	23975	23975	23975	23975
Pseudo R2	0.481	0.481	0.481	0.481	0.475	0.474	0.474	0.462
Chi-Squared.	2597.689	2597.689	2601.827	2597.470	2389.583	2359.605	2358.756	2085.877
P-Val. Chi2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

* Significância a 10%, ** Significância a 5%, *** Significância a 1%

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

Interpretando o modelo, temos o sinal negativo da variável PRECO_RELATIVO, vemos que um aumento no preço relativo entre energia elétrica e gás diminui a probabilidade do consumidor escolher o sistema elétrico, de acordo com o que seria esperado. Na variável QBAN, conseguimos ver o mesmo tipo de efeito, uma vez que o sinal também é negativo e com maior número de banheiros, aumenta a expectativa de maior uso de aquecimento e com isto é de se esperar verdadeiramente uma menor probabilidade de uso do sistema elétrico.

Uma variável que apresentou um sinal diferente do esperado foi a variável V_DESP, seria esperado um sinal negativo para esta variável, uma vez que quanto maior a despesa melhor seria o retorno de se investir e utilizar um sistema alternativo, porém o sinal foi positivo. Na verdade vemos na tabela sobre a elasticidade que o valor da despesa relativo a energia elétrica, é praticamente perfeitamente inelástico, com isto podemos imaginar que a despesa mensal de energia elétrica tem praticamente pouca importância na escolha do consumidor. Mas como tem significância estatística estaremos mantendo no modelo.

Interpretando o logaritmo da renda total domiciliar (LOGRENDATM), observamos que quanto maior a variação da renda, mais inclinado estará o consumidor a usar um sistema elétrico, vemos um comportamento inelástico e uma alta significância para o modelo.

Para , será usado no modelo de escolha contínua a estimação advinda do modelo “M1”, que é o modelo melhor especificado.

Assim como em Dubbin e McFadden (1984), analisaremos a escolha contínua colocando três opções diferentes de estimação:

- (1) Método da Variável Instrumental
- (2) Método da forma reduzida
- (3) Método da correção da expectativa condicional

Além das três opções descritas acima, iremos usar também uma opção utilizando uma estimação por MQO sem nenhuma variável relacionada a escolha do consumidor, para efeito de comparação.

Tabela 10 - Estimação da Escolha Contínua com Dummy REGIAO

	Metodo probabilidade corrigida	Metodo Variavel Instrumental	Probabilidade como variável	MQO_Sem variavel de escolha
Log Renda Total do Domicilio (em milhares de reais)	0.357 *** (58.231)	0.335 *** (53.101)	0.336 *** (53.796)	0.388 *** (67.428)
Quantidade de Moradores	0.106 *** (30.623)	0.106 *** (30.334)	0.106 *** (31.793)	0.106 *** (30.627)
Preço da Energia elétrica	-2.491 *** (-15.731)	-2.548 *** (-15.820)	-2.547 *** (-16.364)	-2.485 *** (-15.382)
Dummy_Nordeste	-0.313 *** (-7.863)	-0.321 *** (-8.050)	-0.321 *** (-8.187)	-0.286 *** (-6.994)
Dummy_Sudeste	-0.085 * (-2.350)	-0.047 (-1.287)	-0.048 (-1.357)	-0.107 ** (-2.847)
Dummy_Sul	-0.101 ** (-2.735)	-0.053 (-1.399)	-0.054 (-1.470)	-0.127 *** (-3.358)
Dummy_Centro-Oeste	-0.069 (-1.889)	-0.022 (-0.606)	-0.024 (-0.662)	-0.088 * (-2.333)
Correção da expectativa condicional	-0.073 *** (-15.409)			
Variável Instrumental (P como ESC_CONSUMIDOR)		-0.421 *** (-21.803)		
ESC_CONSUMIDOR (Forma Reduzida)			-0.415 *** (-21.569)	
Constante	5.387 *** (74.504)	5.824 *** (75.373)	5.818 *** (80.570)	5.475 *** (74.040)
Number of Obs.	23975	23975	23975	23975
R2	0.257	0.249	0.264	0.248
R2 Adj	0.257	0.248	0.264	0.247
F				
Root MSE	0.696	0.699	0.692	0.700
Wald Chi2	7280.415	7562.191	7574.035	7050.491
Hausman - p-valor *	0.000	0.000	0.000	

*Hausman – p-valor calculado sem a aplicação do “bootstrap” para correção de erros.

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

Assim como os outros modelos de consumo de energia elétrica domiciliar, observamos efeitos muito fortes nas variáveis RENDA e PREÇO. A variável sobre a renda total do domicílio, mostra sinal positivo, indicando que quanto maior a renda, maior será o seu consumo elétrico em KWH, isto é esperado e está conforme a literatura a respeito. Mais especificamente um aumento de 10% no valor da renda leva a aproximadamente 3,5% de aumento no consumo elétrico domiciliar. A variável que identifica o preço pago pelo consumidor mostra um sinal negativo e é exatamente o que esperávamos, uma vez que com um preço maior o consumidor vai gastar menos energia elétrica.

A variável relativa a quantidade de moradores (QMOR), é uma variável que representa a intensidade do uso, mostra alta significância no modelo. Uma vez que como vemos pelo sinal positivo do seu estimador, um maior número de pessoas no domicílio irá levar a um maior consumo de energia elétrica. Mostrando que a adição de mais um morador aumenta em aproximadamente 10% o consumo de energia elétrica domiciliar.

Um aumento de 10% na renda familiar mostra que teríamos um aumento de aproximadamente 3,5% no consumo domiciliar de energia elétrica, variando conforme os modelos acima.

Outra variável que influencia a intensidade do consumo é a variável relativa às diferentes regiões do país, a literatura fala muito sobre o fator do clima como impulsionador do uso do aquecimento nos domicílios e conseqüentemente o seu efeito sobre o consumo de energia elétrica. No nosso modelo acima, não é possível ver na totalidade este efeito, uma vez que os estimadores da região Centro-Oeste, Sudeste e Sul mostraram pouca significância, com significância acima de 10% em alguns casos.

Com isto o modelo foi novamente estimado sem a variável relativa às diferentes regiões do país (REGIAO):

Tabela 11 - Estimação da escolha contínua sem a Dummy Região

	Metodo probabilidade corrigida	Metodo Variavel Instrumental	Probabilidade como variável	MQO Sem variavel de escolha
Log Renda Total do Domicilio (em milhares de reais)	0.355 *** (57.189)	0.336 *** (53.042)	0.337 *** (52.253)	0.384 *** (70.137)
Quantidade de Moradores	0.107 *** (32.331)	0.107 *** (31.258)	0.107 *** (30.073)	0.107 *** (31.148)
Preço da Energia elétrica	-2.416 *** (-15.519)	-2.548 *** (-16.311)	-2.545 *** (-16.505)	-2.344 *** (-15.090)
Correção da expectativa condicional	-0.065 *** (-14.251)			
Variável Instrumental (P como ESC_CONSUMIDOR)		-0.351 *** (-18.232)		
ESC_CONSUMIDOR (Forma Reduzida)			-0.346 *** (-18.821)	
Constante	5.271 *** (99.286)	5.700 *** (99.331)	5.694 *** (101.395)	5.310 *** (100.694)
Number of Obs.	23975	23975	23975	23975
R2	0.251	0.246	0.255	0.243
R2 Adj	0.251	0.245	0.255	0.243
F				
Root MSE	0.699	0.701	0.696	0.702
Wald Chi2	6689.841	6686.396	6947.062	7145.305
Hausman - p-valor *	0.000	0.000	0.000	

*Hausman – p-valor calculado sem a aplicação do “bootstrap” para correção de erros.

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

Os resultados mudam pouco e nenhum sinal é alterado das variáveis principais. O importante agora é a análise sobre a escolha do consumidor. Temos que validar a sua importância para o modelo de escolha contínua, vemos que nas três situações são gerados estimadores consistentes e com nível de significância para valores até inferiores a 1%.

Agora para mostrar que corremos um viés de endogeneidade temos que comparar o MQO sem a variável de escolha do consumidor com os modelos que possuem esta escolha definida, para isto é usada a estatística de Hausman. Ao analisarmos a tabela anterior, vemos que para todos os modelos o Hausman p-valor é zero, com isto é possível afirmar que em todos os casos geramos resultados sistematicamente diferentes. Desta forma concluímos que a não inserção deste parâmetro na formulação da equação de demanda domiciliar de energia elétrica, gerará um severo viés na resposta.

Nos resultados finais vemos que os principais fatores que afetam o consumo são os mesmos que a literatura mostra, temos os efeitos significantes do preço, da renda total dos moradores, além da influência da quantidade de moradores, mas quando olhamos com mais atenção para os resultados, podemos quantificar um pouco melhor este viés e entender que este viés leva a super estimação de 3% a 5% para o efeito da renda sobre o consumo de energia e da mesma forma acaba subestimando o efeito do preço em 7% a 20% sobre o consumo.

5. CONCLUSÃO

Assim como visto em Dubbin e McFadden (1984), os resultados vistos neste trabalho também rejeitaram a hipótese de que os fatores não observáveis da escolha do sistema de aquecimento de água são independentes dos fatores não observáveis que afetam a intensidade de uso da energia elétrica.

Foi verificado também que a variável preço aparece com destaque quando olhamos a intensidade do consumo, mostra que é elástica e impactando negativamente o consumo de energia elétrica domiciliar. A renda total da mesma forma é importante é inelástica e afeta positivamente a demanda de energia elétrica domiciliar, e qualquer aumento nela eleva a demanda por energia. Todos estes resultados são consistentes com os trabalhos relativos a estimação da demanda elétrica domiciliar.

O teste de Hausman mostrou bem esta diferença e com isto a não consideração deste tipo de estudo levará a um viés de endogeneidade, como discutido na seção 2.1 deste trabalho. Com isto podemos afirmar que uma estimação de demanda total domiciliar realizada diretamente com mínimos quadrados ordinários tem uma chance grande de viés em relação aos seus estimadores. Um ponto importante é entendermos qual o impacto deste viés no planejamento do país, por exemplo uma variação de 2% no consumo total equivale a capacidade de 2 usinas hidrelétricas de médio porte. Como já observado o viés mostrado é maior do que 2%.

Ao observarmos a necessidade do governo em reduzir a demanda energética através da substituição da matriz de aquecimento de água domiciliar, a forma mais eficiente para fazer isto seria através de redução ou incentivo sobre o investimento necessário para o consumidor obter um sistema de aquecimento de água alternativo. Afinal apenas as variáveis relativas ao investimento foram realmente importantes no modelo final.

Investimento em educação mostrou-se uma opção pouco importante na tentativa do governo para influenciar por um sistema de aquecimento de água domiciliar não elétrico e, portanto apesar de ser uma base importante para esclarecimentos gerais, o estudo por si só trará praticamente nenhuma valia para mudar a decisão do consumidor.

Um ponto importante a destacar é quando olhamos os resultados separados por região, provavelmente políticas únicas para todo o Brasil devem ter resultados restritos e bem diferentes. Ao observarmos, por exemplo, os estimadores do efeito renda sobre o consumo de energia elétrica, notamos diferenças grosseiras entre as regiões (tabelas no Apêndice), ou seja, um aumento de 10% renda na região Sul traz em média 2,5% de aumento de consumo de energia elétrica, já na região Norte o mesmo aumento traz um aumento de consumo em torno de 4,1%. À medida que se aumenta a renda em regiões como Norte e Nordeste o aumento de consumo de energia elétrica é praticamente o dobro se comparado com aumento de renda compatível em regiões como Sul e Sudeste.

Uma oportunidade para futuros estudos nesta área seria considerar a resposta direta da escolha do consumidor na POF. Como já comentado, estes dados não foram disponibilizados a tempo de serem incluídos neste trabalho e tiveram que ser construídos. A resposta direta da escolha do consumidor nos mostraria uma equação mais completa para a escolha discreta e permitiria olhar o impacto de diferentes tipos de aquecimento de água.

Um segundo ponto importante para futuros estudos seria considerarmos a decisão sobre o portfólio de eletrodomésticos e seu impacto no consumo energético, entendendo assim sua inter-relação com o consumo domiciliar de energia elétrica. Desta forma teríamos um estudo completo sobre a matriz energética domiciliar escolhida pelo consumidor e entenderíamos em detalhes o impacto de todas as suas escolhas discretas sobre o consumo domiciliar de energia elétrica.

6. BIBLIOGRAFIA

ACHÃO, C., “Análise da Estrutura de Consumo de Energia pelo setor residencial brasileiro”, 2003

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>

BIERENS, H., “The Logit Model: Estimation, Testing and Interpretation”, 2008

CRAMER, J., “The Origins and development of the logit model, 2003

DUBIN, J.A. and MCFADDEN, D.L., “An econometric Analysis of Residential Electric Appliance Holdings and Consumption”, *Econometrica*, Vol.52, No. 2 (Mar.,1984), pp.345-362

FERREIRA, N. E OLIVEIRA, A., “Modelagem da escolha de passageiros por operadoras de transporte”, 2008

GODOY, M., “Modelagem do consumo de energia elétrica residencial na cidade de Recife: o processo de tomada de decisão para política de efficientização de energia elétrica”, 2006

HANEMANN, W. MICHAEL, “Discrete/Continuous Models of consumer demand”, *Econometrica*, Vol.52, No.3 (1984), pp.541-561

HEWITT, J. A. and HANEMANN, W. M. (1995), “A Discrete/Continuous Choice Approach to Residential Water Demand under Block Rate Pricing”, *Land Economics* 71 (2), 173-192.

KAMERSCHEN D. e PORTER D., “The demand for residential, industrial and total electricity, 1973-1998”, *Energy Economics*, vol.26 (2004), pp. 87-100

MANSUR, E., MENDELSON, R. and MORRISON, W., “A Discrete-Continuous Choice Model of Climate Change Impacts on Energy”, 2005

MELO, J, e NETO, P., “Estimação de funções de demanda residencial de água em contexto de preços não-lineares”, 2005

MODIANO, E., “Elasticidade-Renda e preços da demanda de energia elétrica no Brasil”, 1985

MORANTE, F. e ZILLES, R., “Principais fatores que influenciam a demanda e o consumo de energia elétrica em sistema fotovoltaicos domiciliares”, 2000

NESBAKEN, Runa “Energy Consumption for Space Heating”, *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 103, Nº1 (Mar. 2001), pp. 165-184

PIRES, P., “Comparação de variantes de redes neuronais artificiais e dos modelos Mixed Logit e Logit Multinomial na aquisição de produtos em supermercados”, 2007

- PROCEL. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Disponível em <<http://www.eletrabras.gov.br/elb/procel/>>. Acesso em Julho/2011
- RAIMO, A. P., “Aquecimento de água no setor residencial”, 2007, 125p, Dissertação de Mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo
- REISS, P. e WHITE, M., “Household Electricity Demand, Revisted”, The Review of Economic Studies, Vol.72, No.3, pp853-883, 2005
- SAMMER, K. e WÜSTENHAGEN, R., “The Influence of Eco-Labeling on Consumer Behavior – Results of a discrete choice analysis”, Business Strategy & Environment, 2005
- SCHMIDT, C. e LIMA, M., “A Demanda por Energia Elétrica no Brasil”, 2004
- SILVA, F., “Modelos paramétricos de escolha discreta aplicados à receita médica e automedicação no continente português”, 2004
- TAYLOR, L., “The Demand for Electricity: A Survey”, The Bell Journal Of Economics, Vol.6, No.1 (1975), pp. 74-110
- TRAIN, K., MCFADDEN, D. AND BEN-AKIVA, K., “The demand for local telephone service: a fully discrete model of residential calling patterns and service choices”, Rand Journal of Economics, Vol. 18, 1987
- TRIGOSO, F., “Demanda de Energia Elétrica e desenvolvimento socioeconômico: o caso das comunidades rurais eletrificadas com sistemas fotovoltaicos”, 2004
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA at Berkeley - Econometrics Laboratory - “Qualitative Choice Analysis Workshop”, 2000
- VAAGE, K., “Heating technology and energy use: a discrete continuous choice approach to Norwegian household energy demand”, Energy Economics 22 (2000), pp.649-666
- WILDER, R. e WILLENBORG, J., “Residential demand for electricity: a consumer panel approach”, Southern Economic Journal, Vol.42, No.2(Oct 1975), pp.212-217
- WOOLDRIDGE, J. “Introductory Econometrics: A Modern Approach”, 2nd Ed. Thomson South-Western, 2003

7. APÊNDICE

GRÁFICOS DAS VARIÁVEIS

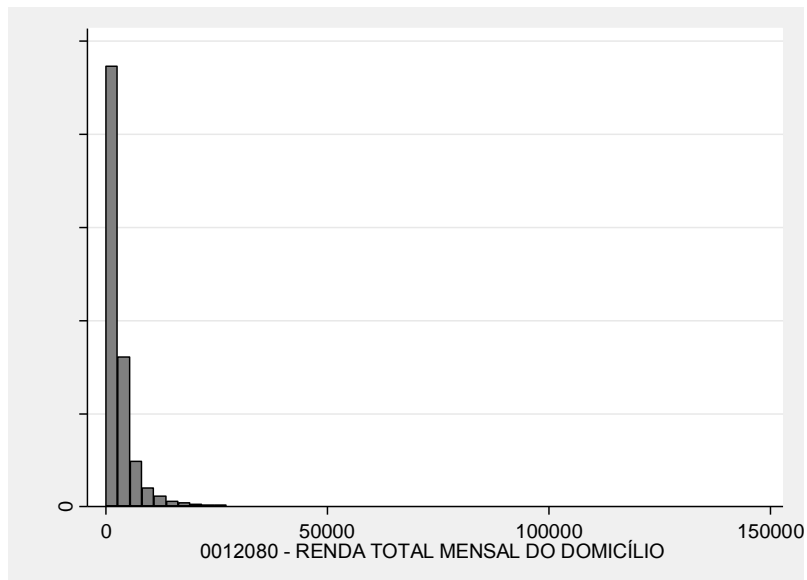


Gráfico 6 - Histograma Renda Total do Domicílio (RENDATM)

Fonte: POF 2008/2009

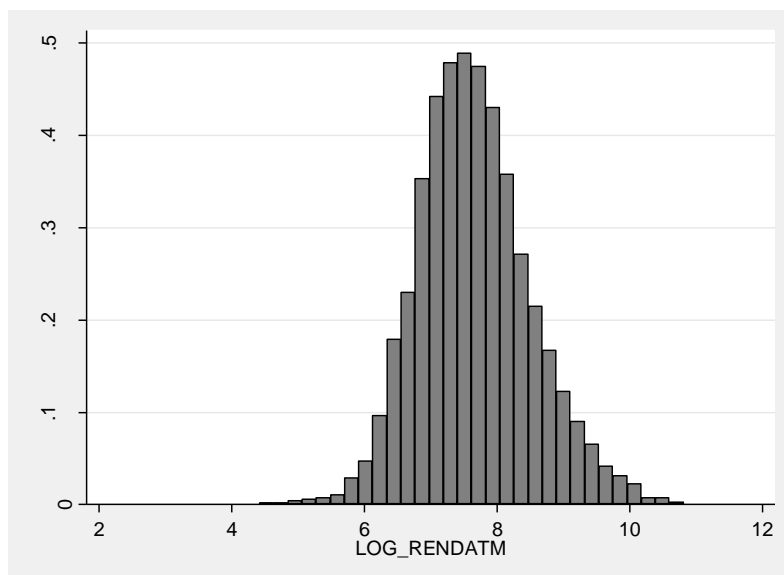


Gráfico 7 - Histograma do Logaritmo da variável Renda Total do Domicílio (LOG_RENDATM)

Fonte: POF 2008/2009

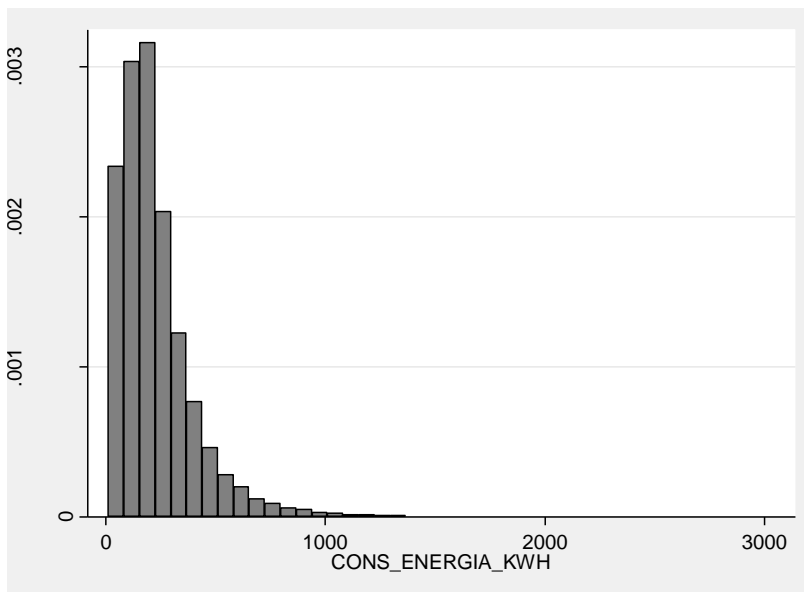


Gráfico 8 - Histograma Consumo de Energia Elétrica Domiciliar em kWh (CONS_ENERGIA_KWH)

Fonte: POF 2008/2009

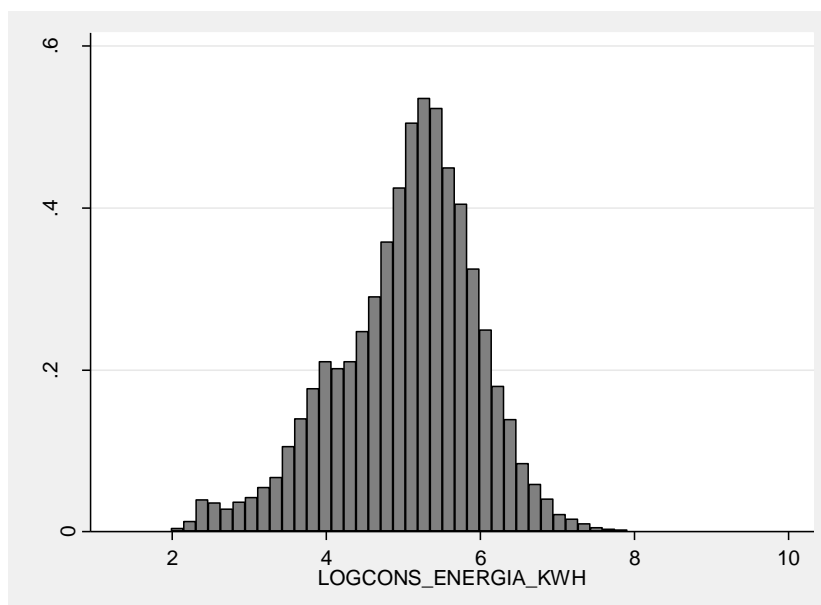


Gráfico 9 - Histograma do Logaritmo da variável Consumo de Energia Elétrica Domiciliar em kWh (LOGCONS_ENERGIA_KWH)

Fonte: POF 2008/2009

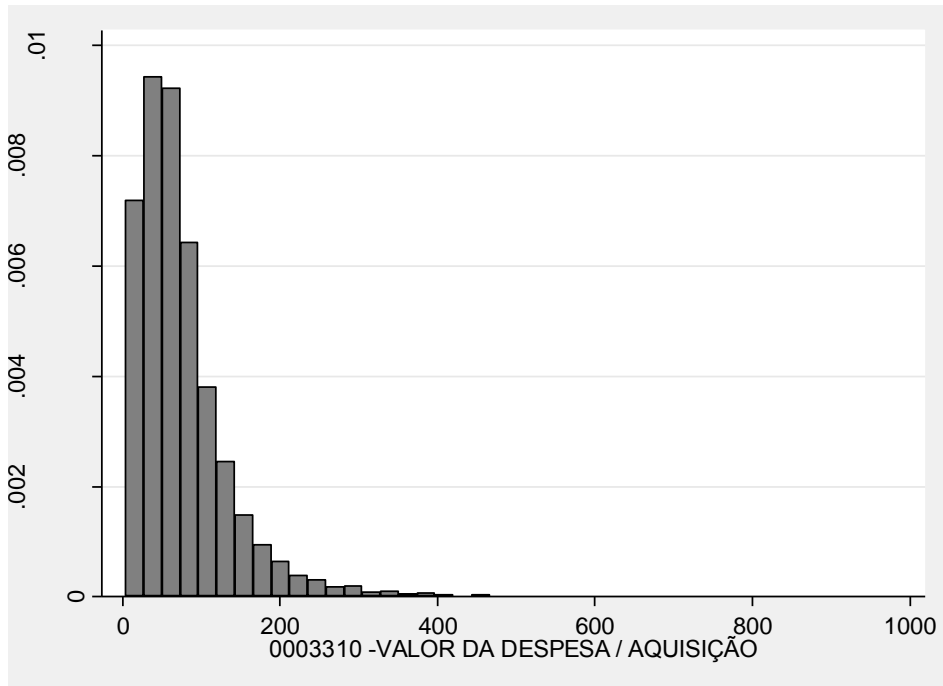


Gráfico 10 - Histograma do Valor da despesa em energia elétrica domiciliar (V_DESP)

Fonte: POF 2008/2009

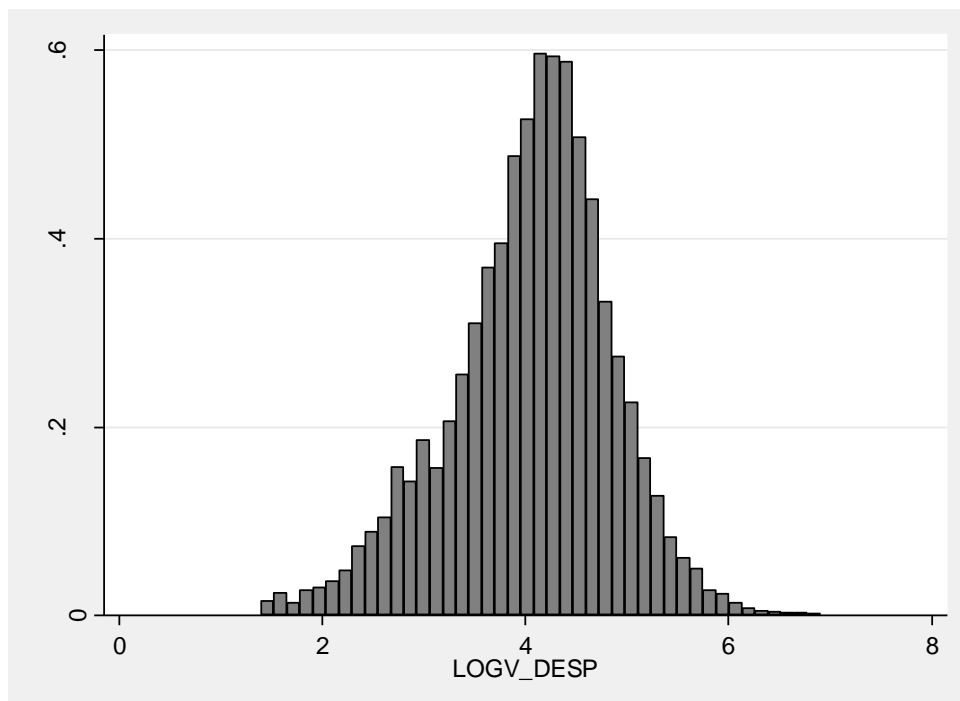


Gráfico 11 - Histograma do Logaritmo da variável Valor da despesa em energia elétrica domiciliar (LOGV_DESP)

Fonte: POF 2008/2009

RESULTADO POR REGIÕES

Tabela 12 - Tabela resultados para região Centro-Oeste

	Metodo probabilidade corrigida Regiao Centro-Oeste	Metodo Variavel Instrumental Regiao Centro-Oeste	Probabilidade como variável Regiao Centro-Oeste
LOGRENDA_K	0.342 (28.288) ***	0.321 (24.659) ***	0.324 (25.831) ***
0000100 – QUANTIDADE DE MORADORES	0.112 (15.520) ***	0.111 (15.053) ***	0.112 (15.504) ***
EST_PROB_RS	-0.100 (-8.879) ***		
ESC_CONSUMIDOR		-0.461 (-8.564) ***	
Pr(ESC_CONSUMIDOR)			-0.428 (-8.918) ***
ESC_CONSUMIDOR==1			
Constant	4.443 (159.388) ***	4.970 (87.127) ***	4.937 (95.599) ***
Number of Obs.	5246	5246	5246
R2	0.250	0.231	0.253
R2 Adj	0.250	0.231	0.253
F	553.752		539.122
Root MSE	0.690	0.699	0.689
Wald Chi2		1545.404	

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

Tabela 13 - Tabela resultados para região Nordeste

	Metodo probabilidade corrigida Regiao Nordeste	Metodo Variavel Instrumental Regiao Nordeste	Probabilidade como variável Regiao Nordeste
LOGRENDA_K	0.503 (23.405) ***	0.475 (21.681) ***	0.469 (-21.157) ***
0000100 – QUANTIDADE DE MORADORES	0.079 (6.217) ***	0.079 (6.113) ***	0.079 (-6.26) ***
EST_PROB_R2	-0.051 (-6.038) ***		
ESC_CONSUMIDOR		-0.432 (-8.523) ***	
Pr(ESC_CONSUMIDOR)			-0.462 (-8.614) ***
ESC_CONSUMIDOR==1			
Constant	4.208 (88.186) ***	4.587 (74.927) ***	4.609 (-74.463) ***
Number of Obs.	1935	1935	1935
R2	0.347	0.344	0.362
R2 Adj	0.346	0.343	0.361
F	318.985		360.516
Root MSE	0.775	0.776	0.767
Wald Chi2		1062.637	

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

Tabela 14 - Tabela resultados para região Norte

	Metodo probabilidade corrigida Regiao Norte	Metodo Variavel Instrumental Regiao Norte	Probabilidade como variável Regiao Norte
LOGRENDA_K	0.449 (10.084) ***	0.410 (9.337) ***	0.407 (9.378) ***
0000100 – QUANTIDADE DE MORADORES	0.048 (2.182) *	0.052 (2.366) *	0.042 (1.959)
P_ENERGIA	-2.753 (-3.241) **	-2.727 (-3.310) ***	-2.764 (-3.352) ***
EST_PROB_R1	-0.064 (-3.814) ***		
ESC_CONSUMIDOR		-0.657 (-7.179) ***	
Pr(ESC_CONSUMIDOR)			-0.700 (-7.282) ***
ESC_CONSUMIDOR==1			
Constant	5.566 (16.385) ***	6.126 (18.115) ***	6.205 (18.283) ***
Number of Obs.	674	674	674
R2	0.308	0.307	0.343
R2 Adj	0.304	0.303	0.339
F	57.565		82.211
Root MSE	0.849	0.846	0.827
Wald Chi2		306.501	

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

Tabela 15 - Tabela resultados para região Sudeste

	Metodo probabilidade corrigida Regiao Sudeste	Metodo Variavel Instrumental Regiao Sudeste	Probabilidade como variável Regiao Sudeste
LOGRENDA_K	0.373 (38.329) ***	0.356 (35.787) ***	0.357 (36.136) ***
0000100 – QUANTIDADE DE MORADORES	0.107 (20.360) ***	0.106 (20.029) ***	0.108 (20.453) ***
EST_PROB_R3	-0.067 (-8.166) ***		
ESC_CONSUMIDOR		-0.350 (-11.739) ***	
Pr(ESC_CONSUMIDOR)			-0.343 (-12.069) ***
ESC_CONSUMIDOR==1			
Constant	4.462 (223.092) ***	4.852 (145.208) ***	4.840 (151.459) ***
Number of Obs.	10392	10392	10392
R2	0.245	0.239	0.250
R2 Adj	0.245	0.239	0.250
F	977.794		1053.116
Root MSE	0.691	0.694	0.689
Wald Chi2		3056.180	

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

Tabela 16 - Tabela resultados para região Sul

	Metodo probabilidade corrigida Regiao Sul	Metodo Variavel Instrumental Regiao Sul	Probabilidade como variável Regiao Sul
LOGRENDA_K	0.289 (24.113) ***	0.257 (20.363) ***	0.260 (21.233) ***
P_ENERGIA	-1.089 (-2.479) *	-1.120 (-2.542) *	-1.123 (-2.583) **
0000100 – QUANTIDADE DE MORADORES	0.117 (17.477) ***	0.118 (17.646) ***	0.118 (17.788) ***
EST_PROB_R4	-0.082 (-7.387) ***		
ESC_CONSUMIDOR		-0.507 (-11.540) ***	
Pr(ESC_CONSUMIDOR)			-0.487 (-12.122) ***
ESC_CONSUMIDOR==1			
Constant	4.841 (33.647) ***	5.407 (35.961) ***	5.390 (36.468) ***
Number of Obs.	5728	5728	5728
R2	0.208	0.194	0.221
R2 Adj	0.208	0.194	0.220
F	321.733		358.067
Root MSE	0.664	0.669	0.659
Wald Chi2		1381.380	

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

RESULTADO CONSOLIDADO POR MÉTODO (SEPARADO POR REGIÕES)

Tabela 17 - Método da probabilidade corrigida por região

Probabilidade Corrigida	Regiao Sul	Regiao Sudeste	Regiao Norte	Regiao Nordeste	Regiao Centro-Oeste
Log da Renda familiar (Milhares)	0.289 (24.113) ***	0.373 (38.329) ***	0.449 (10.084) ***	0.503 (23.405) ***	0.342 (28.288) ***
Quantidade de Moradores	0.117 (17.477) ***	0.107 (20.360) ***	0.048 (2.182) *	0.079 (6.217) ***	0.112 (15.520) ***
Escolha do consumidor (probabilidade corrigida)	-0.082 (-7.387) ***	-0.067 (-8.166) ***	-0.064 (-3.814) ***	-0.051 (-6.038) ***	-0.100 (-8.879) ***
Constante	4.841 (33.647) ***	4.462 (223.092) ***	5.566 (16.385) ***	4.208 (88.186) ***	4.443 (159.388) ***
Number of Obs.	5728	10392	674	1935	5246
R2	0.208	0.245	0.308	0.347	0.250
R2 Adj	0.208	0.245	0.304	0.346	0.250
F	321.733	977.794	57.565	318.985	553.752
Root MSE	0.664	0.691	0.849	0.775	0.690
Wald Chi2					

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

Tabela 18 - Método da Variável Instrumental por região

Variável Instrumental	Regiao Sul	Regiao Sudeste	Regiao Norte	Regiao Nordeste	Regiao Centro-Oeste
Log da Renda familiar (Milhares)	0.257 (20.363) ***	0.356 (35.787) ***	0.410 (9.337) ***	0.475 (21.681) ***	0.321 (24.659) ***
Quantidade de Moradores	0.118 (17.646) ***	0.106 (20.029) ***	0.052 (2.366) *	0.079 (6.113) ***	0.111 (15.053) ***
Escolha do Consumidor	-0.507 (-11.540) ***	-0.350 (-11.739) ***	-0.657 (-7.179) ***	-0.432 (-8.523) ***	-0.461 (-8.564) ***
Constante	5.407 (35.961) ***	4.852 (145.208) ***	6.126 (18.115) ***	4.587 (74.927) ***	4.970 (87.127) ***
Number of Obs.	5728	10392	674	1935	5246
R2	0.194	0.239	0.307	0.344	0.231
R2 Adj	0.194	0.239	0.303	0.343	0.231
F					
Root MSE	0.669	0.694	0.846	0.776	0.699
Wald Chi2	1381.380	3056.180	306.501	1062.637	1545.404

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

Tabela 19 - Método da probabilidade como variável por região

Probabilidade como variável	Região Sul	Região Sudeste	Região Norte	Região Nordeste	Região Centro-Oeste
Log da Renda familiar (Milhares)	0.260 *** (21.233)	0.357 *** (36.136)	0.407 *** (9.378)	0.469 *** -21.157	0.324 *** (25.831)
Quantidade de Moradores	0.118 *** (17.788)	0.108 *** (20.453)	0.042 (1.959)	0.079 *** -6.26	0.112 *** (15.504)
Probabilidade da escolha do consumidor	-0.487 *** (-12.122)	-0.343 *** (-12.069)	-0.700 *** (-7.282)	-0.462 *** (-8.614)	-0.428 *** (-8.918)
Constante	5.390 *** (36.468)	4.840 *** (151.459)	6.205 *** (18.283)	4.609 *** -74.463	4.937 *** (95.599)
Number of Obs.	5728	10392	674	1935	5246
R2	0.221	0.250	0.343	0.362	0.253
R2 Adj	0.220	0.250	0.339	0.361	0.253
F	358.067	1053.116	82.211	360.516	539.122
Root MSE	0.659	0.689	0.827	0.767	0.689
Wald Chi2					

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

TABELA COMPLETA PARA ESCOLHA DISCRETA

Tabela 20- Resultado da Escolha Discreta (Tabela Completa)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Preço relativo (Energia Elétrica vs Gás)	-2.431 * (-2.122)	-2.431 * (-2.122)	-2.522 * (-2.205)	-2.526 * (-2.209)	-2.766 *** (-3.297)	-2.826 *** (-3.367)	-2.834 *** (-3.387)	-4.513 *** (-5.444)
Quantidade de Banheiros	-3.329 *** (-42.162)	-3.329 *** (-42.162)	-3.311 *** (-42.581)	-3.312 *** (-42.612)	-3.272 *** (-42.461)	-3.268 *** (-42.301)	-3.268 *** (-42.378)	-3.274 *** (-42.982)
Dummy_NE	-1.169 ** (-3.088)							
Dummy_SE	0.639 *** (3.568)							
Dummy_S	0.890 *** (4.914)							
Dummy_CO	1.384 *** (4.804)							
Dummy_Acre	-0.596 * (-2.007)	-0.596 * (-2.007)	-0.602 * (-2.031)	-0.600 * (-2.024)				
Dummy_Amazonas	-1.290 ** (-2.965)	-1.290 ** (-2.965)	-1.280 ** (-2.941)	-1.291 ** (-2.981)				
Dummy_Roraima	-1.253 ** (-3.225)	-1.253 ** (-3.225)	-1.241 ** (-3.239)	-1.269 *** (-3.325)				
Dummy_Para	-0.170 (-0.353)	-0.170 (-0.353)	-0.170 (-0.354)	-0.152 (-0.319)				
Dummy_Amapá	-0.004 (-0.007)	-0.004 (-0.007)	-0.042 (-0.073)	-0.061 (-0.107)				
Dummy_Tocantins	-0.056 (-0.243)	-0.056 (-0.243)	-0.049 (-0.212)	-0.070 (-0.305)				
Dummy_Maranhão	0.369 (0.726)	-0.800 * (-1.979)	-0.796 * (-1.961)	-0.814 * (-2.007)				
Dummy_Piauí		-1.169 ** (-3.088)	-1.146 ** (-3.026)	-1.178 ** (-3.127)				
Dummy_Ceará	0.012 (0.027)	-1.157 *** (-3.551)	-1.140 *** (-3.493)	-1.159 *** (-3.564)				
Dummy_Rio Grande do Norte	0.524 (1.175)	-0.644 * (-1.973)	-0.632 (-1.936)	-0.662 * (-2.037)				
Dummy_Paraíba	1.063 ** (2.613)	-0.106 (-0.394)	-0.099 (-0.366)	-0.129 (-0.481)				
Dummy_Pernambuco	1.069 ** (2.830)	-0.099 (-0.448)	-0.086 (-0.387)	-0.111 (-0.505)				
Dummy_Alagoas	1.002 ** (2.631)	-0.167 (-0.736)	-0.151 (-0.668)	-0.177 (-0.790)				
Dummy_Sergipe	1.043 ** (2.700)	-0.126 (-0.532)	-0.123 (-0.517)	-0.153 (-0.651)				
Dummy_Bahia	1.465 *** (4.042)	0.296 (1.507)	0.305 (1.555)	0.275 (1.425)				
Dummy_Minas Gerais	0.457 *** (4.780)	1.096 *** (6.419)	1.110 *** (6.523)	1.083 *** (6.479)				
Dummy_Esírito Santo		0.639 *** (3.568)	0.647 *** (3.625)	0.620 *** (3.529)				
Dummy_Rio de Janeiro	0.013 (0.109)	0.651 *** (3.562)	0.672 *** (3.684)	0.652 *** (3.617)				
Dummy_São Paulo	0.408 *** (4.032)	1.047 *** (5.638)	1.056 *** (5.699)	1.031 *** (5.640)				
Dummy_Paraná	0.355 ** (2.803)	1.245 *** (6.378)	1.251 *** (6.420)	1.224 *** (6.365)				
Dummy_Santa Catarina	0.443 *** (3.475)	1.333 *** (7.080)	1.334 *** (7.102)	1.313 *** (7.053)				
Dummy_Rio Grande do Sul		0.890 *** (4.914)	0.906 *** (5.017)	0.884 *** (4.955)				
Dummy_Mato Grosso do Sul	-0.316 (-1.230)	1.067 *** (5.685)	1.073 *** (5.729)	1.050 *** (5.669)				
Dummy_Mato Grosso	-0.676 ** (-2.681)	0.708 *** (3.542)	0.709 *** (3.555)	0.687 *** (3.478)				
Dummy_Goiás	0.157 (0.621)	1.540 *** (8.220)	1.550 *** (8.283)	1.530 *** (8.257)				
Dummy_Distrito Federal		1.384 *** (4.804)	1.381 *** (4.792)	1.355 *** (4.743)				
Valor da despesa mensal de energia elétrica	0.003 *** (6.361)	0.003 *** (6.361)	0.003 *** (6.440)	0.003 *** (6.451)	0.003 *** (5.533)	0.003 *** (5.617)	0.003 *** (5.628)	0.003 *** (5.634)
Anos de estudo do Chefe da família	0.040 ** (3.106)	0.040 ** (3.106)	0.034 ** (2.710)	0.030 * (2.684)				
Idade em dias do chefe da família	0.000 * (2.270)	0.000 *						
Log da renda total do domicílio	0.364 *** (9.766)	0.364 *** (9.766)	0.374 *** (10.093)	0.373 *** (10.069)	0.381 *** (10.586)	0.394 *** (11.003)	0.395 *** (11.192)	0.351 *** (10.195)
Dummy_Procedencia da água (Poço ou nascente)	0.072 (1.023)	0.072 (1.023)	0.073 (1.033)					
Dummy_Nao saber ler e escrever (Chefe da família)	0.253 * (2.500)	0.253 * (2.500)	0.280 ** (2.783)	0.280 ** (2.787)	0.291 ** (2.911)	0.183 * (2.053)	0.180 * (2.073)	
Dummy_Ter o primeiro grau completo (Chefe da família)	-0.232 * (-2.213)	-0.232 * (-2.213)	-0.219 * (-2.080)	-0.223 * (-2.119)				
Dummy_Se for SE, S ou CO					1.127 *** (19.168)	1.124 *** (19.116)	1.123 *** (19.288)	
Constante	3.109 *** (7.945)	3.109 *** (7.945)	3.252 *** (8.401)	3.299 *** (8.582)	3.199 *** (10.799)	3.237 *** (10.981)	3.235 *** (10.982)	4.900 *** (17.762)
Number of Obs.	23975	23975	23975	23975	23975	23975	23975	23975
Pseudo R2	0.481	0.481	0.481	0.481	0.475	0.474	0.474	0.462
Chi-Squared.	2597.68	2597.68	2601.82	2597.47	2389.58	2359.60	2358.75	2085.87
P-Val. Chi2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Fonte: Resultados obtidos pelo autor

Tabela 21 - Resultado da Escolha Discreta - ELASTICIDADE (Tabela Completa)

	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8
Preço relativo (Energia Elétrica vs Gás)	-0.050 * (-2.124)	-0.050 * (-2.124)	-0.052 * (-2.208)	-0.052 * (-2.212)	-0.058 *** (-3.300)	-0.059 *** (-3.370)	-0.060 *** (-3.391)	-0.098 *** (-5.462)
Quantidade de Banheiros	-0.480 *** (-44.752)	-0.480 *** (-44.752)	-0.477 *** (-44.950)	-0.477 *** (-44.999)	-0.481 *** (-45.582)	-0.482 *** (-45.570)	-0.482 *** (-45.630)	-0.499 *** (-47.335)
Dummy_NE	-0.009 ** (-3.081)							
Dummy_SE	0.028 *** (3.569)							
Dummy_S	0.021 *** (4.916)							
Dummy_CO	0.030 *** (4.803)							
Dummy_Acre	-0.000 * (-2.006)	-0.000 * (-2.006)	-0.000 * (-2.030)	-0.000 * (-2.023)				
Dummy_Amazonas	-0.000 ** (-2.963)	-0.000 ** (-2.963)	-0.000 ** (-2.939)	-0.000 ** (-2.979)				
Dummy_Roraima	-0.000 ** (-3.225)	-0.000 ** (-3.225)	-0.000 ** (-3.238)	-0.000 *** (-3.325)				
Dummy_Para	-0.000 (-0.353)	-0.000 (-0.353)	-0.000 (-0.354)	-0.000 (-0.319)				
Dummy_Amapá	-0.000 (-0.007)	-0.000 (-0.007)	-0.000 (-0.073)	-0.000 (-0.107)				
Dummy_Tocantins	-0.000 (-0.243)	-0.000 (-0.243)	-0.000 (-0.212)	-0.000 (-0.305)				
Dummy_Maranhão	0.000 (0.726)	-0.000 * (-1.978)	-0.000 (-1.959)	-0.000 * (-2.006)				
Dummy_Piauí	0.000 (0.027)	-0.000 *** (-3.536)	-0.000 *** (-3.478)	-0.000 *** (-3.548)				
Dummy_Ceará	0.000 (1.175)	-0.000 * (-1.970)	-0.000 (-1.933)	-0.000 * (-2.034)				
Dummy_Rio Grande do Norte	0.001 ** (2.611)	-0.000 (-0.394)	-0.000 (-0.366)	-0.000 (-0.481)				
Dummy_Paraíba	0.001 ** (2.826)	-0.000 (-0.448)	-0.000 (-0.387)	-0.000 (-0.505)				
Dummy_Pernambuco	0.001 ** (2.626)	-0.000 (-0.736)	-0.000 (-0.668)	-0.000 (-0.790)				
Dummy_Alagoas	0.001 ** (2.698)	-0.000 (-0.531)	-0.000 (-0.517)	-0.000 (-0.651)				
Dummy_Sergipe	0.005 *** (4.029)	0.001 (1.506)	0.001 (1.555)	0.001 (1.424)				
Dummy_Bahia	0.007 *** (4.800)	0.018 *** (6.444)	0.018 *** (6.551)	0.018 *** (6.509)				
Dummy_Minas Gerais	0.000 (0.109)	0.004 *** (3.559)	0.004 *** (3.681)	0.004 *** (3.614)				
Dummy_Espírito Santo	0.005 *** (4.042)	0.013 *** (5.652)	0.013 *** (5.714)	0.013 *** (5.656)				
Dummy_Rio de Janeiro	0.003 ** (2.813)	0.010 *** (6.413)	0.010 *** (6.456)	0.010 *** (6.403)				
Dummy_São Paulo	0.003 *** (3.491)	0.010 *** (7.129)	0.010 *** (7.151)	0.010 *** (7.104)				
Dummy_Paraná	-0.002 (-1.230)	0.006 *** (5.701)	0.006 *** (5.745)	0.006 *** (5.686)				
Dummy_Santa Catarina	-0.003 ** (-2.681)	0.003 *** (3.543)	0.003 *** (3.556)	0.003 *** (3.480)				
Dummy_Rio Grande do Sul	0.001 (0.621)	0.014 *** (8.314)	0.014 *** (8.382)	0.014 *** (8.357)				
Valor da despesa mensal de energia elétrica	0.025 *** (6.472)	0.025 *** (6.472)	0.025 *** (6.555)	0.026 *** (6.567)	0.022 *** (5.608)	0.022 *** (5.696)	0.022 *** (5.707)	0.023 *** (5.718)
Anos de estudo do Chefe da família	0.031 ** (3.112)	0.031 ** (3.112)	0.026 ** (2.714)	0.026 ** (2.687)	0.024 * (2.426)			
Idade em dias do chefe da família	0.019 * (2.276)	0.019 * (2.276)						
Log da renda total do domicílio	0.278 *** (10.083)	0.278 *** (10.083)	0.285 *** (10.444)	0.285 *** (10.420)	0.297 *** (11.022)	0.308 *** (11.479)	0.308 *** (11.703)	0.284 *** (10.612)
Dummy_Procedencia da água (Poço ou nascente)	0.001 (1.023)	0.001 (1.023)	0.001 (1.033)					
Dummy_Nao saber ler e escrever (Chefe da família)	0.002 * (2.500)	0.002 * (2.500)	0.002 ** (2.783)	0.002 ** (2.787)	0.002 ** (2.910)	0.001 * (2.052)	0.001 * (2.072)	
Dummy_Ter o primeiro grau completo (Chefe da família)	-0.011 * (-2.214)	-0.011 * (-2.214)	-0.010 * (-2.081)	-0.011 * (-2.120)	-0.011 * (-2.144)	0.000 (0.123)		
Dummy_Mato Grosso do Sul	-0.000 (-3.081)	-0.000 ** (-3.081)	-0.000 ** (-3.019)	-0.000 ** (-3.119)				
Dummy_Mato Grosso	0.005 *** (3.569)	0.006 *** (3.627)	0.006 *** (3.627)	0.005 *** (3.531)				
Dummy_Goiás	0.007 *** (4.916)	0.007 *** (5.020)	0.007 *** (5.020)	0.007 *** (4.959)				
Dummy_Distrito Federal	0.004 *** (4.803)	0.004 *** (4.791)	0.004 *** (4.742)					
Dummy_Se for SE, S ou CO					0.102 *** (19.562)	0.102 *** (19.502)	0.102 *** (19.669)	
Constante								
Number of Obs.	23975	23975	23975	23975	23975	23975	23975	23975
Pseudo R2	0.481	0.481	0.481	0.481	0.475	0.474	0.474	0.462
Chi-Squared.	2597.68	2597.68	2601.82	2597.471	2389.58	2359.60	2358.75	2085.87
P-Val. Chi2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Fonte: Resultados obtidos pelo autor