

Universidade dos Açores
Departamento de Economia e Gestão



**CONSUMO DE ELETRICIDADE
NAS FAMÍLIAS NA REGIÃO
AUTÓNOMA DOS AÇORES**

José Manuel Rosa Nunes

Ponta Delgada

2012

Universidade dos Açores
Departamento de Economia e Gestão



**CONSUMO DE ELETRICIDADE
NAS FAMÍLIAS NA REGIÃO
AUTÓNOMA DOS AÇORES**

José Manuel Rosa Nunes

Dissertação submetida à Universidade dos Açores no âmbito das provas para a obtenção do grau de Doutor em Ciências Económicas e Empresariais, na especialidade de Desenvolvimento Económico, orientada pelo Professor Doutor Mário José Amaral Fortuna, Professor Catedrático do Departamento de Economia e Gestão e Co-orientação do Professor Doutor José António Cabral Vieira, Professor Auxiliar com Agregação do Departamento de Economia e Gestão e do Professor Doutor Francisco José Silva, Professor Auxiliar do Departamento de Economia e Gestão da Universidade dos Açores.

Ponta Delgada

2012

AGRADECIMENTOS

Este trabalho de dissertação teve a preciosa ajuda de um conjunto de pessoas que de um modo mais ou menos direto e ao longo de anos, foram contribuindo para que fosse possível concretizar a sua execução.

Pela disponibilidade sempre demonstrada perante as minhas inúmeras solicitações e a contribuição em termos do meu enriquecimento pessoal os agradecimentos vão em primeiro lugar para os orientadores, Professores Doutores Mário Amaral Fortuna, José Cabral Vieira e Francisco José Silva.

Aos meus amigos e familiares, nomeadamente os meus filhos Pedro e Carolina e à Paula, que durante longos anos me incentivaram através da confiança demonstrada na minha pessoa.

Gostaria de deixar o meu apreço aos meus colegas do Departamento de Economia e Gestão (DEG), onde lecionei nos últimos trinta e seis anos, pelo apoio simpático que sempre me demonstraram para a finalização desta etapa da minha vida profissional.

A todos aquele que, não referidos diretamente, me ajudaram de qualquer modo e me permitiram chegar ao fim desta longa etapa da minha vida, desejo igualmente expressar os meus agradecimentos.

José Manuel Rosa Nunes

ÍNDICE

	Pág
Índice	iv
Índice de Quadros	vi
Índice de Gráficos	vii
Resumo/Abstract	viii
CAPÍTULO I	1
1.1.. Introdução/Motivação	1
1.2. Objetivo do Estudo	5
1.3. Organização do Trabalho	6
CAPÍTULO II - Revisão Bibliográfica	8
2.1. Introdução	8
2.2. O setor da Energia	9
2.3. O setor da Energia Elétrica	18
2.3.1. Variáveis na Modelação da Eletricidade Residencial	20
2.3.1.1. Preço e Rendimento	22
2.3.1.2. Clima	38
2.3.1.3. Habitação e Equipamentos	49
2.3.1.4. Sucedâneos	61
2.3.1.5. População Ativa	65
2.3.1.6. Outros	71
2.3.2. Modelos de Análise de Eletricidade Residencial	74
2.4. Síntese do Capítulo	83
CAPÍTULO III - Modelo de Série Cronológica	85
3.1. Introdução	85
3.2. Informação Estatística	87
3.3. Hipóteses a Testar	89
3.4. Variáveis a Considerar no Modelo	93
A Região Autónoma dos Açores e o Modelo para o Consumo de	
3.5. Eletricidade Residencial	95
3.5.1. Introdução	95
3.5.2. Caraterização Sumária da Região	96
3.5.2.1. Aspetos Gerais	96
3.5.2.2. Caraterização do Setor Regional de Eletricidade	99
3.5.3. Modelo do Consumo Residencial de Eletricidade para os Açores	105
3.5.3.1. Estacionaridade das Séries	117
3.5.3.1.1. Estacionaridade da Serie Consumo de Eletricidade <i>per capita</i>	119
3.5.3.1.2. Estacionaridade da Serie Preço Médio de Eletricidade	120
3.5.3.1.3. Estacionaridade da Série Rendimento Médio	122

3.5.3.1.4.	Teste e Cointegração	123
3.5.3.1.5.	Estimação do Modelo com MCE	126
3.6.	Síntese do Capítulo	129
	Capítulo IV – Modelo de Secção Transversal	131
4.1.	Introdução	131
4.2.	Enquadramento Técnico	133
4.3.	Informação Estatística	146
4.4.	Resultados Genéricos da Amostra	148
4.5.	O Modelo	167
4.6.	Síntese do Capítulo	175
	Capítulo V – Conclusão	178
	Referências	183

INDÍCE DE QUADROS

	Pág.
Quadro 1 Elasticidade do Rendimento e do Preço na Modelação do Consumo Residencial de Eletricidade	31
Quadro 2 Estatística Descritiva das Variáveis do Modelo	107
Quadro 3 Valores das Correlações Biunívocas (Pearson) e Significância	108
Quadro 4 Indicadores da Análise de Regressão Linear Múltipla	109
Quadro 5 Valores dos Coeficientes da Análise de Regressão Linear Múltipla	110
Quadro 6 Estatísticas dos Resíduos do Modelo	113
Quadro 7 Teste da Normalidade de Kolmogorov-Smirnov	115
Quadro 8 Teste de DFA à Estacionaridade da Serie Consumo de Eletricidade <i>per capita</i>	120
Quadro 9 Teste de DFA à Estacionaridade da Série Preço Médio da Eletricidade <i>per capita</i>	121
Quadro 10 Teste de DFA à Estacionaridade da Serie Rendimento Médio	123
Quadro 11 Valores dos Coeficientes das Variáveis do Modelo	124
Quadro 12 Valores Críticos Assimptóticos para o Teste de Cointegração	125
Quadro 13 Valores dos testes de <i>t Student</i> para o Preço <i>per capita</i> e para o rendimento médio	126
Quadro 14 Valores dos Coeficientes	128
Quadro 15 Taxa de Penetração dos Equipamentos nas Habitações	152
Quadro 16 Idade Média dos Principais Equipamentos Domésticos	156
Quadro 17 Dificuldade na Poupança de Eletricidade	157
Quadro 18 Qual o Modo de Ultrapassar as Dificuldades?	158
Quadro 19 Razões para se Reduzir os Consumos de Eletricidade	159
Quadro 20 Consequências Ambientais do Consumo de Eletricidade	160
Quadro 21 Interesse em Melhorar a Eficiência Energética	161
Quadro 22 Interesse em Energias Renováveis na Produção	162
Quadro 23 Conhecimento das Tarifas Aplicadas aos Consumidores Domésticos de Eletricidade	163
Quadro 24 Preocupação com o Consumo de Eletricidade	164
Quadro 25 Poupança de Eletricidade no dia-a-dia	164
Quadro 26 Interesse na Utilização de Energias Renováveis na Habitação	165
Quadro 27 Resultados Estatísticos da Regressão Linear Múltipla (Modelo I)	170
Quadro 28 Resultados Estatísticos da Regressão Linear Múltipla (Modelo II)	174

INDÍCE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráf. 1 Distribuição Percentual da Produção de Eletricidade por Tipo, 2011	100
Gráf. 2 Produção e Consumo de Eletricidade, 1981 – 2011	101
Gráf. 3 Produção de Eletricidade por Tipo, 1981 – 2011	103
Gráf. 4 Consumo de Energia Elétrica por Setores, 1981 – 2011	104
Gráf. 5 Normalidade dos resíduos Estandarizados	114
Gráf. 6 Representatividade dos Resíduos <i>versus</i> os Valores Previstos Estandarizados	114
Gráf. 7 Representação dos Valores Estandarizados DFFIT e os Previstos	116
Gráf. 8 Capitação do Consumo de Eletricidade (ln)	119
Gráf. 9 Preços da Eletricidade <i>per capita</i> (ln)	121
Gráf. 10 Rendimento Médio (ln)	122

RESUMO

O Arquipélago dos Açores apresenta um elevado nível de dependência energética o que associado às demais limitações que caracterizam um espaço ultraperiférico, constituem fatores limitativos do seu desenvolvimento sustentado. O presente estudo analisa a dinâmica de curto e longo prazo de equilíbrio do consumo de eletricidade, através de um modelo de regressão linear múltipla utilizando uma série temporal, relativamente às variáveis que caracterizam aspetos económicos, sociais e climáticas, sendo complementarmente desenvolvido uma análise utilizando um modelo idêntico ao anterior mas de secção transversal, que permite inferir do consumo de eletricidade pelas famílias quando considerando os aspetos caracterizadores do agregado familiar, dos comportamentos, da habitação e do tipo de equipamentos existentes nas mesmas. Os resultados obtidos para as elasticidades de curto e longo prazos, no primeiro modelo referido, e os decorrentes da análise aos dados micro relativos à amostra aplicada às famílias enquadram-se no conjunto dos resultados apresentados por outros investigadores nesta área.

Os valores da elasticidade de curto e longo prazo obtidos no modelo correspondem, respetivamente a -0.240 e -0.352 para o preço da eletricidade e 0.086 e 0.106 para o rendimento, os quais apresentando valores inelásticos nos leva a considerar que possíveis alterações ao consumo da eletricidade não terão, quer a nível empresarial quer político, os efeitos desejados através destas variáveis.

Palavras-chave: Consumo de eletricidade, modelo, residencial, arquipélago

ABSTRACT

The archipelago of the Azores presents a high level of energy dependence along with others limitations which characterize an ultraperipheral region, limiting its sustainable development. This study analyses the short and long-term equilibrium dynamics of electricity consumption, using a time series multiple linear regression model with regressive variables reflecting economic, social and climate aspects. Additionally a cross-sectional model was used to conclude about electricity consumption by households, considering the housing, occupants' behavior and type of equipments that characterize the family units. The results of short and long-term elasticities, in the first model, are similar to some other presented by different researchers, and we assume that those resulting from the micro data analysis, concerning the sample applied to families are very similar to other researchers' results in the area.

The values of the short and long-term elasticities obtained in the model corresponds respectively to -0.240 and -0.352 for the electricity price and 0.106 and 0.086 to family income. As inelastic values it is possible to assume that changes on electricity consumption will not result through these variables.

Key words: Electricity consumption, model, residential, archipelago

CAPÍTULO I – Introdução

1.1. Introdução

A energia desempenha um papel essencial no processo sustentado de desenvolvimento social e económico de um país ou região, permitindo elevar direta ou indiretamente os padrões de qualidade de vida das populações, justificando deste modo o enorme interesse e necessidade de se analisar detalhadamente a evolução do sector nas últimas décadas.

A análise e decisão empresarial e política inerente ao sector da energia constitui o maior desafio do presente século, que podemos identificar, segundo Sachs (2007), como o período de uma nova revolução energética, caracterizado pela necessidade acentuadamente crescente deste tipo de produtos, correspondendo à generalidade dos países uma cada vez mais acentuada dependência relativamente aos combustíveis fósseis, os quais para além de apresentarem elevada volatilidade nos preços, inerente a alguma tensão política e/ou bélica que quase permanentemente se encontra patente entre os países do médio oriente, têm associado negativamente os efeitos poluentes do ambiente.

Após a primeira metade do século passado a grande maioria dos países centraram as suas políticas internas fundamentalmente em três objetivos, que poderemos

identificar com a necessidade de assegurar o pleno emprego, a criação do estado previdência e o de evitar a ocorrência de desperdício.

Com o início do desenvolvimento industrial caracterizado pela urgência em se proceder à recuperação económica e social dos países após a segunda guerra mundial, vários foram os investigadores que apresentaram estudos refletindo os efeitos limitadores da utilização da energia no processo de desenvolvimento socioeconómico de alguns países e/ou regiões e consequentemente sem conseguirem concretizar os objetivos referidos.

Segundo o IEA (2002), a pesquisa efetuada a nível da produção e consumo dos vários tipos de produtos energéticos, admitindo a sua generalização e melhoria da qualidade dos serviços, levou a considerar outros aspetos que permitiram melhorar a situação das populações socialmente mais desfavorecidas e geralmente identificadas como pertencendo aos países não desenvolvidos.

O incremento na qualidade e quantidade da disponibilização em condições ideais dos bens e serviços, tendo por origem a utilização dos diversos produtos que compõem a feira energética ao serviço da sociedade que ocorreu nas últimas décadas, a que posteriormente se associaram os problemas dos impactes ambientais, segundo a IEA (2002) constitui ainda atualmente um verdadeiro desafio para as sociedades desenvolvidas e principalmente para aquelas em vias de desenvolvimento.

Encontrar o equilíbrio entre a produção e o consumo energético e o crescimento económico tendo em consideração, como se referiu, as limitações dos recursos disponíveis, a volatilidade dos preços dos diversos produtos energéticos e a não deterioração do espaço ambiental, é sem dúvida um desafio para o corrente século, segundo Lee e Cheng (2007), constituindo uma preocupação primordial entre os

responsáveis pela definição das políticas energéticas e empresariais e pela denominada classe política.

Com a evolução tecnológica e a maior disponibilidade, em termos de rendimentos usufruídos e conseqüente alteração no estilo de vida, adquirida ao longo das últimas décadas pelas populações, tornou-se natural que se optasse pela não utilização dos produtos energéticos convencionais – como é o caso da biomassa, do carvão e do querosene – passando, segundo Dzioubinski e Chapman (1999) para a utilização de outros que apresentavam maior facilidade de manuseamento e comodidade, comumente aceites como produtos energéticos de uso diário, entre os quais o LPG, o gás natural e a eletricidade.

A utilização generalizada da eletricidade, parte da fieira energética fundamentalmente associada ao sector das famílias, surge naturalmente relacionada com o aumento da qualidade de vida nas populações, nomeadamente no que concerne os aspetos de bem-estar, saúde e educação, podendo tal facto ser constatado quer no que respeita os países, em sentido geral, quer nas classes sociais mais desfavorecidas.

O aumento significativo verificado no consumo de energia elétrica no sector das famílias após o início da década de setenta do século passado, numa primeira análise surgiu como consequência imediata do incremento que se fez sentir na aquisição ou arrendamento de habitações e na inevitável taxa de penetração dos equipamentos eletrodomésticos, a que não foi estranho a sua menor ou maior utilização e posterior evolução tecnológica associada à eficiência dos mesmos.

Também nos diversos sectores da atividade económica se procedeu, em simultâneo com o das famílias, a uma maior utilização desses produtos energéticos

denominados de nova geração, quer pela facilidade de transporte dos mesmos quer pelo armazenamento, como referimos.

O aumento da procura dos diversos produtos energéticos originou problemas relacionados com a capacidade instalada de produção, como é exemplo o ocorrido no sector da eletricidade, em diversos países e regiões, identificando-se em alguns casos a inevitável e urgente necessidade de se proceder ao aumento da potência instalada nos sistemas electroprodutores, tendo em vista responder à satisfação da procura originada nas famílias e na atividade económica em sentido lato.

Numa primeira fase do desenvolvimento do setor elétrico a situação caracterizou-se, no que concerne às empresas produtoras, por estas se apresentarem como monopólios, cujo acionista único eram as entidades públicas, levando a que posteriormente a intervenção nos mercados por parte do setor privado, segundo Lijesen (2007), originasse maiores preocupações no respeitante á qualidade e quantidade produzidas, tanto por parte das empresas como dos investigadores e decisores políticos.

De uma situação, caracterizada no fim da década de oitenta, pela existência de capacidade instalada excedentária por parte das empresas públicas, denotando uma quase ausência de planeamento e de rentabilizar os investimentos, evoluiu-se para uma maior racionalidade nos valores de produção, a que correspondeu um aumento significativo da relação custo-eficiência, num mercado liberalizado de fornecimento de energia elétrica enquadrando a necessidade de se prever os consumos.

1.2. Objetivo do Estudo

Pretende-se através do presente estudo proceder á caracterização do consumo de energia elétrica nas famílias no contexto da Região Autónoma dos Açores, identificando os fatores socio-económicos, demográficos, comportamentais e climatéricos que a condicionam. Consideraremos duas perspectivas que assumimos fundamentais e que no nosso entender se completam, a saber: uma primeira constituída por um modelo macroeconómico abrangendo todo o arquipélago e uma segunda em que, utilizando os resultados de um inquérito aplicado às famílias habitando na ilha de S. Miguel, concretizado no âmbito do programa Green Island, nos é possível conhecer e analisar informação com maior detalhe sobre diferentes aspetos do consumo residencial de eletricidade nas famílias.

Os Açores, consequência do desenvolvimento socio-económico que se concretizou nas últimas décadas, apresentam um valor elevado no que concerne a dependência energética em produtos de origem fóssil, com inerentes consequências económicas e ambientais que daí decorrem. No decurso das últimas décadas do século passado, o desenvolvimento que ocorreu originou por parte das famílias o aumento dos seus rendimentos e consequente bem-estar, representado na procura e aquisição de habitação e equipamentos domésticos, de iluminação e de lazer, obrigando a empresa concessionária da produção, transporte e distribuição de eletricidade a significativos investimentos, nomeadamente tendo como objetivo a cobertura integral da região no fornecimento de eletricidade.

Com início na década de oitenta do século passado desenvolveu-se regionalmente um programa de utilização de energias renováveis que permitiu baixar

significativamente a dependência energética dos cerca de 92% para 70%, respectivamente em 1980 e 2011. A utilização das energias renováveis contribui em cerca de 30% para a produção total do consumo crescente de eletricidade, representando o setor doméstico cerca de 34.6% do total.

No âmbito da investigação na área da energia, nomeadamente no setor da eletricidade, verifica-se serem em número muito limitado os trabalhos desenvolvidos e publicados, sobre a caracterização e análise do consumo dos diferentes produtos energéticos e as suas consequências económicas e ambientais para os Açores.

1.3. Organização do trabalho

O presente trabalho será executado em cinco capítulos, correspondendo o primeiro deles ao enquadramento do fenómeno energético, em termos de produção e consumo, enquanto fator fundamental para o desenvolvimento das sociedades, nomeadamente no que concerne o consumo de eletricidade por parte das famílias, referindo a necessidade sentida quer no que concerne os investimentos na produção, distribuição e transporte da mesma quer a nível da investigação, associando-se a sua utilização a efeitos ambientais negativos limitadores do desenvolvimento sustentado.

Efetua-se uma revisão bibliografia no segundo capítulo da dissertação colocando o enfoque na modelação no sector elétrico, apresentando alguns dos modelos mais utilizados e referenciando alguns investigadores que analisaram o consumo no âmbito particular de alguns países ou regiões específicas e em espaços geopoliticamente ou economicamente identificados como comunitários, bem como as variáveis por eles identificadas para avaliar das variações que ocorrem no consumo de energia elétrica no

âmbito residencial, considerando os diversos enquadramentos económicos, sociais, demográficos, climáticos e até políticos em que as regiões/países se enquadram.

Na identificação e análise do modelo da procura de eletricidade para o sector residencial, utilizaremos dados provenientes de séries temporais anuais para os Açores (Capítulo III) e outros mais detalhados provenientes do inquérito aplicado às famílias na ilha de S. Miguel no decurso de 2010 e, como referimos, no âmbito do projeto Green Island (Capítulo IV), considerando um vasto conjunto de variáveis determinantes do comportamento dos consumidores que utilizamos na modelação no subsector da eletricidade.

No capítulo quinto procederemos á apresentação de um conjunto de conclusões assumindo as possíveis semelhanças que possam existir entre os modelos apresentados, salientando a importância dos trabalhos de investigação, nas óticas apresentadas e que permitem uma complementaridade entre os dois modelos utilizados para analisar a procura de eletricidade residencial nos Açores.

No último dos capítulos do presente trabalho, apresentar-se-á a bibliografia de referência utilizada no decurso da investigação, que permitiu definir e fundamentar as hipóteses apresentadas no trabalho de investigação e consequentes conclusões.