

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

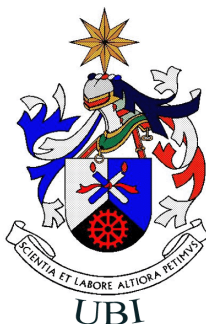
Faculdade de Ciências Sociais e Humanas

Departamento de Gestão e Economia

**Tarifas não planas de electricidade: Evidência do
mercado residencial português**

Júlio Wilson Bernardes Fontes

Covilhã, 2010



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Faculdade de Ciências Sociais e Humanas

Departamento de Gestão e Economia

Mestrado em Economia Financeira

Tarifas não planas de electricidade: Evidência do mercado residencial português

Tese submetida à Universidade da Beira Interior para o preenchimento dos requisitos para a
concessão do grau de Mestre, efectuada sob a orientação do Professor Doutor António

Manuel Cardoso Marques,

Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.

Júlio Wilson Bernardes Fontes

Covilhã, 2010

Uma nota de agradecimento ao Professor Doutor António Marques, docente de Economia na Universidade da Beira Interior pelo acompanhamento, muito para além do normativo.

Uma referência á minha família, fontes de motivação incondicional e apoio infindável, essenciais ao longo deste percurso.

Time-of-use electricity rates: Evidence from the Portuguese residential market

Abstract: This paper contributes to the debate about peak load pricing by doing an analysis of the electricity residential market in Portugal, which is built both on techniques of logit regression and quantile regression. To achieve this work we proceeded to the primary data collection through the technique of investigation, the sample was constructed respecting the geographic representation. We estimate the probability of choosing the time-of-use electricity rate and the probability of saving by switching the rate for different consumers' profiles. The results reveal great consistency and robustness and the signs of the estimates are in general coincident with expected. The estimated probability of an average consumer to choose a TOU rate is 41.6, in opposition to 58.4 for a flat rate. A small number of years in school and consumption at peak periods affect negatively the choice TOU rates. The variables: percentage of children's (0-18 years old) in household, the consumption made at off-peak, and income, both have an significant incentive the choice for different electricity prices according to the time of consumption. Factors such as consumers' behaviour and knowledge are determinants when it comes to choose differentiated prices. Consumers increase the opportunities for cost savings when they change their habits (switching), particularly through the movement of consumption to off-peak hours. The results suggest the importance of consciousness campaigns, since consumers demonstrate knowledge and skills to adapt to the market. Likewise, when a consumer can change consumption habits, this allows an increase of about 33% in the chances of costs saving. Through quantile regression, we show that, the effects of age, household size, standby, and air conditioning are consistently positive and statistically significant throughout the conditional distribution of the monthly cost of electricity - these variables are correlated with high levels of electricity consumption. The effect of electrical heat water is significant, positive, and greater in magnitude for higher quantiles. It seems that the magnitude of effects that explain the monthly costs of electricity resulting of their rate choice varies according to the level of consumption. The consciousness of being an efficient consumer of energy causes a lowering effect on consumption, as expected. This former effect has a tiny magnitude for very low levels of consumption and it is quite constant for the most of the conditional distribution. Our results suggest guidelines to define policy measures that will promote an effective change of consumption periods and rate choices.

Tarifas não planas de electricidade: Evidência do mercado residencial português

Resumo: Este trabalho contribui para o debate sobre a política tarifária, com a análise do mercado residencial de electricidade em Portugal. Para isso, recorremos às técnicas de regressão logística (modelo logit) e de regressão de quantis. Procedeu-se à recolha de dados primários através da técnica de inquérito, tendo a amostra respeitado a representatividade geográfica. Para perfis de consumidores diferentes, estimamos a probabilidade de opção por tarifas com preços diferenciados consoante o período de consumo e a probabilidade de obtenção de poupanças com a alteração de tarifa. Os resultados revelam grande consistência e robustez, e os sinais das variáveis são em geral, coincidentes com o esperado. A probabilidade estimada de um consumidor na média das variáveis optar pela tarifa bi-horária é de 41,6% e é de 58,4% a probabilidade de opção por tarifa plana. A baixa escolaridade e os consumos em períodos de pico contribuem negativamente para a opção tarifária por preços diferenciados de electricidade de acordo com o período de consumo (TOU), enquanto que a percentagem de menores de idade no agregado familiar, os consumos feitos em horas de vazio e o rendimento incentivam a opção TOU. O factor de natureza comportamental e de conhecimento dos consumidores revela-se significativo na explicação da opção por preços diferenciados. Os resultados mostram a importância das campanhas de sensibilização aos consumidores, uma vez que quando estes demonstram conhecimento e capacidade de adaptação às características do mercado, conseguem reduzir os gastos mensais com electricidade. Da mesma forma, quando um consumidor consegue alterar hábitos de consumo, aumenta em 33% as possibilidades de poupança. Através da regressão de quantis, mostramos que, o efeito da idade, tamanho da habitação, standby e ar condicionado são consistentemente positivos e estatisticamente significativos na distribuição do custo mensal com electricidade – estas variáveis estão correlacionadas com elevados níveis de consumo de electricidade. O efeito do aquecimento de água a electricidade é significativo, positivo e com magnitude superior em quantis mais elevados. Concluimos que a magnitude dos efeitos que explicam os custos mensais com electricidade resultantes da sua opção tarifária varia consoante o nível de consumo. A consciência de ser um consumidor eficiente de energia provoca um efeito redutor no consumo, como seria de esperar, sendo que esse efeito tem magnitude reduzida para níveis de consumo já muito baixos, e tem magnitude relativamente constante para todo o centro da distribuição condicional. Os resultados sugerem linhas orientadoras para a definição de políticas que confirmem incentivos para uma efectiva alteração de períodos de consumo e de opção de tarifa.

Índice

1. Introdução	1
2. Procura de electricidade e política tarifária	2
3. Metodologia	9
3.1. Recolha de informação	10
3.2. Análise preliminar do consumidor residencial de electricidade	15
4. Resultados	20
4.1. Opção tarifária dos consumidores de electricidade	21
4.2. Opção tarifária dos consumidores incluindo a tarifa tri-horária	24
4.3. Poupanças com a alteração de tarifa	26
4.4. Factores que influenciam o custo mensal com electricidade	28
5. Discussão	32
6. Conclusão	36
Referências	38
Outras Referências	41
Apêndice	42

Índice de Figuras

Figura 1 – Tarifas não planas vs tarifas planas -	3
Figura 2 - Conhecimento revelado pelos consumidores acerca da tarifa tri-horária	16
Figura 3 – Rendimento dos agregados familiares dos consumidores inquiridos	16
Figura 4 – Influência do rendimento na opção tarifária dos consumidores.....	19
Figura 5 - Opção tarifária <i>versus</i> o custo mensal de electricidade	19
Figura 6 – Influência do rendimento no custo mensal com electricidade	20
Figura 7 - Densidade estimada do custo mensal de electricidade.	29
Figura 8 - OLS e os coeficientes de regressão de quantis.	31

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Resumo de investigações realizadas no mercado residencial de electricidade.	6
Tabela 2 - Tarifas do mercado de electricidade português, regulado.....	10
Tabela 3 - Amostra prevista e recolhida através de inquérito.	11
Tabela 4 - Dados: definição, sumário estatístico das variáveis e efeitos esperados	12
Tabela 5 – Teste de significância à distribuição geográfica.....	18
Tabela 6 - Tarifa de electricidade, alterações na probabilidade de escolha dos consumidores e efeitos marginais.....	21
Tabela 7 - A escolha de tarifa de electricidade, incluindo a tri-horária, e alterações na probabilidade de escolha dos consumidores.....	24
Tabela 8 - Poupanças conseguidas com a alteração de tarifa, alterações nas probabilidades e efeitos marginais.....	26
Tabela 9 - Custo de electricidade dos agregados familiares: Referência OLS vs Regressão de quantis.....	29
Tabela 10 - Testes de igualdade dos coeficientes em diferentes quantis condicionais	31

1. Introdução

O papel da electricidade revela-se fundamental na organização da sociedade, não só na sua dimensão residencial, mas também comercial e industrial. A produção e fornecimento de energia eléctrica, enfrentam um problema de cargas de procura diferentes ao longo do dia, Esse problema é conhecido na literatura como procura de pico (*peak-load demand*). De forma a evitar quebras (*shortages*) no fornecimento de electricidade, nesses períodos, a produção tem de activar fontes de geração de electricidade com elevado custo provocando ainda um aumento da capacidade produtiva instalada. Esse facto induz custos de produção muito elevados nesses períodos, que tenderão a ser reflectidos nos consumidores. Esta realidade é crucial para a tomada de decisão de política energética. Neste trabalho, períodos de grande consumo são considerados períodos de pico (*peak periods*) e os outros períodos são considerados genericamente períodos fora de pico (*off-peak periods*).

O efeito de passagem de consumo de períodos de pico para os outros períodos é definido como *switching*, e pode estar decisivamente dependente do perfil dos consumidores e do tipo de tarifas existentes, tal como evidencia Tanaka (2005). Perceber pois as características dos consumidores que optam pela tarifa plana ou pelas tarifas não planas é crucial para permitir a definição de políticas adequadas. Na tarifa plana o preço de electricidade por KWh consumido é igual durante todo o período. Em relação às tarifas não planas (Time-of-Use rates – TOU) existem, em Portugal, a bi-horária e a tri-horária. Na tarifa bi-horária, são considerados dois períodos de consumo, os períodos de pico, onde o preço por KWh é mais elevado, e os períodos fora de pico. A tarifa tri-horária considera três períodos, para além do período de pico e fora de pico, existe um período de pico extremo (*high peak*), no qual o preço é ainda superior ao do período de pico, no entanto durante o trabalho, é feita apenas uma breve referência a esta tarifa. Sempre que nos referimos a tarifas não planas é no sentido de abordar a tarifa bi-horária.

Suportados na literatura (e.g. Matsukawa, 2004; McDonough e Kraus, 2007; Gamble et al., 2009; e Ek e Söderholm, 2010), as variáveis explicativas estão agrupadas em cinco categorias de factores: 1) económico-sociais; 2) características da habitação; 3) comportamentais; e 4) conhecimento, informação/ambiental.

Na literatura, a evidência empírica acerca do perfil do consumidor e da sua opção tarifária continua escassa, apesar dos desenvolvimentos recentes (e.g. Ek e Söderholm, 2010; e Faruqui e Sergici, 2010). Este estudo foca-se no mercado residencial de electricidade em

Portugal. Estudamos as tarifas TOU *versus* tarifa plana, nomeadamente os determinantes que levam a essa opção. Analisamos ainda o perfil do consumidor residencial de electricidade e os possíveis determinantes de diminuição dos custos ligados à alteração de tarifa. Mostramos os factores determinantes associados aos custos mensais com electricidade, não apenas para um consumidor com gasto igual à média, mas também para os consumidores que se situam nos limites da distribuição, isto é, consumidores com custos baixos e elevados. Para isso recorreremos às técnicas econométricas de regressão logística (modelo logit) e de regressão de quantis.

Contribuímos para a literatura que estuda a política tarifária de electricidade, analisando os determinantes de adesão dos consumidores residenciais portugueses a cada tipo de tarifa. Contribuímos ainda com a análise da poupança e dos custos mensais dos consumidores, para diferentes níveis de consumo. Em geral, os resultados são robustos e consistentes, sendo úteis não só para académicos mas também para os decisores políticos, entidades reguladoras e agentes do mercado de electricidade.

O resto deste trabalho é organizado da seguinte forma. Na secção dois é feita uma breve discussão acerca das opções tarifárias no âmbito da literatura sobre *peak load pricing*. Na secção três é feita a apresentação dos dados e da metodologia. Na secção quatro apresentamos os resultados. Na secção cinco é feita a discussão dos resultados. O trabalho termina com a conclusão na secção 6.

2. Procura de electricidade e política tarifária

A política tarifária pode ser um instrumento relevante para disciplinar a procura e, consequentemente, ter um impacto significativo no controlo dos custos marginais de produção. Pode ser importante, não só para os consumidores de electricidade com perfis de consumo de pico internalizarem os custos de produção e de expansão de capacidade, bem como para homogeneizar o consumo. Deste modo pretende-se evitar a instalação de capacidade produtiva acima do óptimo necessário.

A figura 1 revela duas procuras distintas de electricidade, $D_{\text{fora de pico}}$ e D_{pico} , ajuda a perceber a relação entre fixação de tarifas, procura e capacidade instalada. A fixação de um preço uniforme leva a que seja instalada capacidade produtiva K_1 , de modo a satisfazer a procura nas horas de pico. Pode ser instalada apenas K se fixarmos um preço superior nessas horas de maior procura.

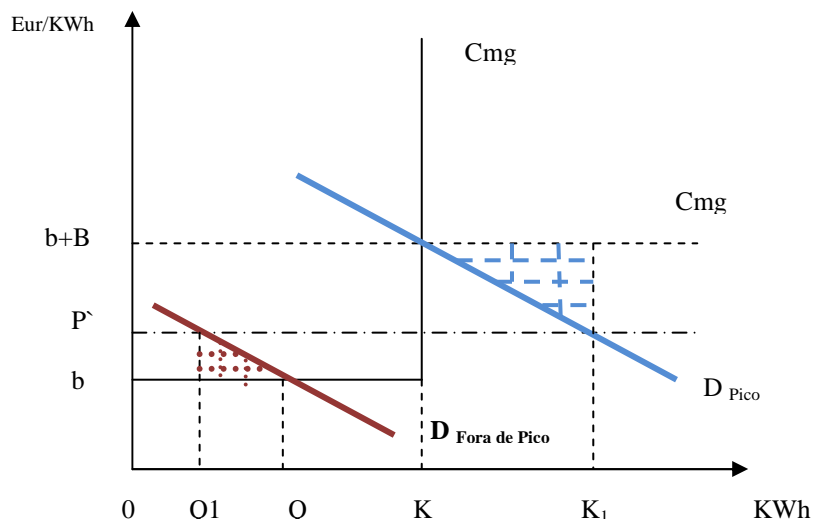


Figura 1 – Tarifas não planas vs tarifas planas -
(adaptado de: *Viscusi et al. 2005. Economics and Regulation and Antitrust.*)

A tarifa plana, leva a que, para além da instalação de capacidade acima do óptimo necessário, aquando a fixação de um único preço para todo o período, parte do excedente do consumidor se perca, ou seja parte do seu bem-estar, que resulta do facto de os consumidores de pico não internalizarem os custos da expansão da capacidade, assim como do facto de haver uma utilização sub-ótima da capacidade instalada em períodos fora de pico.

Da figura 1 observamos que a existência de uma tarifa não plana que reflecta os custos de produção, é benéfica para a sociedade, pois internaliza nos consumidores de pico os custos superiores de produção de electricidade e permite diminuir a capacidade instalada.

As tarifas desempenham um papel fundamental na regulação do sector eléctrico. A crise energética da Califórnia (Maio, 2000), que durou cerca de um ano e terá tido origem na falta de regulação do sector eléctrico, causou graves quebras energéticas (e.g. Herter, 2007). Este problema despertou o interesse da literatura, que desde então tem investigado novas políticas de fixação de preços, que contribuam para a diminuição dos picos de procura (*peak load demand*), problema que foi designado como um dos factores que terá originado essa crise.

As políticas de preços de electricidade, tal como apontado por Räsänen et al. (1997) devem guiar o consumidor individual a seleccionar a tarifa de acordo com o seu padrão de consumo. Ortega et. al. (2008) salientam que, historicamente, as tarifas têm sido aplicadas tendo por base os preços de pico, o que revela a intenção das entidades em criarem mecanismos que incentivem o *switching* entre períodos de consumo, que reflectam os custos de produção da electricidade consoante os diferentes períodos do dia.

A preocupação com a possibilidade da eficiência dos incentivos resultantes do uso de tarifas diferenciadas poder ser perdida existe, e não é recente. Mesmo para consumidores com forte sensibilidade ao preço, Räsänen et al (1997) já alertavam para a circunstância de, se a diferença de preço entre períodos fora de pico e períodos de pico for pequena, então pode não constituir incentivo suficiente para os consumidores alterarem os seus comportamentos.

A literatura tem estado atenta ao problema de fixação de preço da electricidade (por exemplo, Faruqui e George, 2005; Herter e McAuliffe, 2007; Herter, 2007; e Faruqui et al., 2009). A fixação de preço é feita essencialmente de acordo com três opções: 1) *Critical-Peak Pricing* (CPP); 2) *Real-Time Pricing* (RTP); e 3) *Time-of-Use* (TOU). Estas opções são categorizadas genericamente por tarifas dinâmicas (CPP e RTP), e tarifas estáticas (tarifas TOU).

As tarifas CPP sinalizam, com preço mais elevado, as horas/dias críticas (períodos de pico), reflectindo os custos com a produção nesses mesmos períodos. Podem assumir duas formas, as *Critical Peak Pricing - Fixed* (CPP-F) e as *Critical Peak Pricing - Variable* (CPP-V). Nas CPP-F, os períodos críticos são pré-fixados e divulgados ao consumidor. Nas CPP-V, os consumidores dispõem de dispositivos que os informam estarem num período crítico. A RTP sinaliza o custo em tempo real. Através da aplicação de novas tecnologias (tecnologia *smart grid*), os preços de electricidade variam consoante a procura instantânea. Tanaka (2005) suporta a ideia de, ao marcar preços eficientes, esta opção tarifária poder disciplinar a procura, trazendo benefícios para todos os agentes do mercado. Desta forma, o conhecimento dos factores determinantes da opção tarifária assume particular relevância.

Em contraste com as tarifas dinâmicas, onde as variações de preço podem ocorrer num curto espaço de tempo, as tarifas estáticas (TOU) consistem em pagar uma taxa superior por KWh consumido em períodos de pico e uma taxa inferior para o consumo em períodos fora de pico. Dada a fixação *a priori* dos períodos considerados como pico ou fora de pico, as tarifas TOU são consideradas estáticas, pois não internalizam as variações sazonais e individuais da procura, tal como notam Räsänen et al. (1997). Por sua vez as autoridades reguladoras tendem a reflectir os custos de produção nas tarifas TOU desfasadamente, dado que esse processo pode demorar meses ou mesmo anos (e.g. Herter et al., 2005). A tarifa TOU é aplicada em diversos países, como por exemplo EUA, Espanha, França e Inglaterra. Historicamente as utilities têm usado não apenas as tarifas TOU mas também os programas de *Direct Load Control* (DLC) para reduzir os picos residenciais de procura de electricidade. Este último atribui incentivos mensais em troca do controlo de grandes consumos, estando essencialmente

direccionado para consumidores com utilização intensiva de ar condicionado (AC) (Herter, 2007), não sendo portanto o mais aplicado.

As tarifas dinâmicas podem ser mais adequadas do que as tarifas TOU, uma vez que aquelas permitem fazer variar o preço de acordo com a procura, num curto espaço de tempo. No entanto e apesar de já existir tecnologia que permite transmitir o custo momentâneo de produção de electricidade ao consumidor, Faruqui et al., (2010), referem que, o número de consumidores domésticos nas tarifas TOU é ainda muito inferior ao mercado potencial.

De todo o modo, Faruqui e George (2005) consideram que a aplicação de tarifas CPP, teriam conseguido melhores resultados que as tradicionais TOU para prevenir o problema energético Californiano de 2000. Um sistema que sinalize com maior frequência os elevados custos de produção que ocorrem nos picos, induzirá uma diminuição da procura ou, pelo menos, provocará o *switching*. Esta circunstância tenderá a diminuir a necessidade de instalação e utilização de fontes de geração de electricidade com custos de produção mais elevados, diminuirá o poder de mercado, assim como adequará o sistema, como refere, Herter et al, (2005).

As tarifas CPP reduzem a procura de pico e conseguem melhores resultados que as tarifas TOU (ver, Faruqui, 2009). Através de experiências levadas a cabo com instalação de *monitor usage*, equipamentos que permitem uma gestão de consumos em tempo real, conclui-se que as tarifas TOU podem fazer baixar o consumo entre 3% a 6%, enquanto as CPP podem levar a uma quebra entre os 13% e os 20%, nas horas de pico (Faruqui e Sergici, 2010). Em Portugal, os sistemas tarifários que recorrem ao uso da tecnologia para a monitorização real do consumo de electricidade, estão a ser aplicados na Cidade de Évora, desde o dia 6 de Abril de 2010, esperando-se que até ao final do ano estejam ligados a este sistema eléctrico integrado e inteligente, cerca de 30 mil clientes de Baixa Tensão. Apesar dos custos de instalação que podem advir da introdução de equipamentos capazes de sinalizarem o custo real e momentâneo da produção de electricidade, este poderá ser o caminho. Um estudo levado a cabo por Faruqui et. al., permite afirmar que a introdução de sistemas de real pricing permitem reduções na procura entre os 3% e 13%.

A tabela 1 lista e resume alguns dos estudos realizados pela literatura que estuda a política tarifária.

Tabela 1 - Resumo de investigações realizadas no mercado residencial de electricidade.

Ano	Referência	Foco da análise	Local	Tarifa	Conclusões
1995	Mountain e Lawson	Resultados experimentais, sobre a aplicação de tarifas não planas, de electricidade, por hora do dia e mês do ano.		TOU	Redução do consumo no período de pico no Verão é mais significativa que no Inverno; Essas reduções são mais elevadas numa habitação com maior consumo de electricidade.
1995	Filippini	Estudo sobre a procura residencial de electricidade sobre a tarifa.	Suíça	TOU	Os consumidores mostram elevada capacidade de resposta às variações dos preços; A política de preços, pode ser um eficaz instrumento para reduzir o consumo de electricidade. Preços diferenciados podem contribuir para a eficiente utilização da capacidade electroprodutora instalada.
1998	Baladi et al.	Calcular e comparar, com a recolha de dados primários, a elasticidade entre consumo de electricidade em períodos de pico e períodos fora de pico.	Iowa	TOU	Os utilizadores voluntários de tarifas não planas, em relação aos não voluntários, têm a vantagem de perceber melhor a informação transmitida e demonstram maior capacidade de adaptação.
2001	Matsukawa	Através de dados cross-sectional estuda os impactos da implementação de tarifas não planas voluntárias na procura residencial de electricidade.	Japão	TOU	A resposta do consumidor ao preço de pico mais elevado depende do custo de <i>switching</i> de consumos, assim como, do rendimento do agregado familiar.
2001	Halvorsen e Larsen	Factores de crescimento da procura de electricidade durante o período de 1976 a 1993.	Noruega		O consumo de electricidade nesse período cresceu 3% ao ano, muito deste aumento deveu-se ao crescimento exponencial da utilização de electrodomésticos nas habitações; Resultados sugerem que um aumento de 1% dos preços de electricidade, provoca a redução do consumo em 0,4%.
2004	Matsukawa	Efeitos da informação no mercado residencial de electricidade japonês, recorrendo a dados primários.	Japão		A instalação de equipamentos que permitem uma real gestão do consumo, e o aumento da informação contribui para a redução do consumo de electricidade.
2004	Dulleck e Kaufman	Estudo empírico sobre a eficácia de um programa (DSM – Demand Side Management) de informação ao cliente, para diminuir a procura de electricidade e aumentar a eficiência energética.	Irlanda		A informação transmitida aos clientes pode ser uma medida eficaz para concretizar os objectivos propostos, nomeadamente se a utility, usar incentivos adequados.
2004	Hondroyiannis	Procura residencial de electricidade na Grécia.	Grécia		Os resultados sugerem que no longo prazo a procura residencial de electricidade é afectada pelas alterações reais do rendimento, pelo nível de preços e pela temperatura média.

2005	Arkesteijn e Oerlemans	Factores que influenciam a adopção de electricidade “verde”, no mercado residencial, através do modelo logit, utilizando dados primários.	Holanda		Consumidores com alto nível de responsabilidade ambiental, apresentam maior propensão de adesão a energias “verdes”; Consumidores que já têm níveis de conhecimentos prévios e que tenham participado em associações ambientais, mostram maior propensão a adoptar novas energias.
2006	Tanaka	Compreensões sobre os preços em tempo real, em que ocorrem variações acentuadas da procura.		RTP	Derivaram um novo sistema de políticas de preços a que chamaram RTP-With Ramping Costs, no qual, os preços variam drasticamente consoante o período.
2007	Herter et al.	Resultados de uma análise exploratória da resposta dos clientes residenciais a um preço de pico.	California	CPP	O controlo automático do AC, reduz o consumo de electricidade em dias quentes; A redução do consumo é maior em temperaturas extremas.
2007	Herter	Consequências da aplicação de preços de pico no mercado residencial, em famílias com diferentes níveis de rendimento.	California	CPP	Os consumidores com utilizações de electricidade mais elevadas, respondem mais positivamente aos períodos críticos que os restantes.
2007	Yoo et al.	Função de procura residencial em Seoul, após recolha de dados primários.			O tamanho do agregado familiar, o tamanho da habitação, variável <i>dummy</i> para a posse de Plasma, <i>dummy</i> para o ar condicionado e o rendimento do agregado familiar, têm um impacto positivo na procura residencial de electricidade.
2007	Narayan et al.	Através da aplicação de técnicas de dados em painel, estimar no curto e longo prazo, a elasticidade preço rendimento para a procura residencial no G7.	G7		A procura residencial de electricidade nos países do G7, demonstra que, o rendimento é inelástico e o preço elástico no longo prazo; A elevada magnitude da elasticidade – preço dos consumidores, sugere como potencial a utilização de políticas de preços, para a redução da procura residencial de electricidade no longo prazo.
2008	Ek e Söderholm	Após recolha de dados primários, estudam os factores que afectam as decisões das famílias, nomeadamente na troca de fornecedores de electricidade e na negociação do contrato em vigor.	Suécia		Determina que os factores económicos e psicológicos influenciam as decisões dos consumidores; O custo de electricidade e o conhecimento deles é importante na decisão de trocar de fornecedor de electricidade ou renegociar o actual contrato; Custos de informação reduzidos facilitam o <i>switching</i> . Utiliza técnicas de variável dependente qualitativa.
2009	Gamble et al.	Com base na resposta de 458 consumidores domésticos a um questionário, analisam-se as atitudes dos consumidores na mudança de	Suécia		Os consumidores de electricidade, demonstram menos experiência de troca de fornecedor, que consumidores de outros mercados, como por exemplo no das telecomunicações; A intenção de mudar é desencadeada pelos benefícios

		fornecedor em três sectores.			económicos subjacentes, pela influência da promoção de vendas e pela facilidade de acesso à informação.
2009	Abrahamse e Steg	Importância relativa das variáveis psicológicas e sócio-demográficas em relação ao uso de energia do agregado familiar e as possíveis poupanças.	China		Agregados familiares com maior rendimento e habitações de maior dimensão, têm tendência a consumir mais energia; As poupanças de energia estão associadas a factores psicológicos.
2010	Ek e Söderholm	Com a recolha de dados primários, analisam a disposição das famílias em aumentarem os esforços diários para pouparem electricidade.	Suécia		Os resultados obtidos pela aplicação do modelo probit indicam que os custos, as atitudes ambientais e as interacções sociais, são determinantes importantes na poupança de electricidade; Fornece conhecimentos para campanhas informativas sobre eficiência energética.
2010	Herter e Wayland	Analizam 483 famílias que participaram numa experiência de implementação de preços de pico.	Califórnia	CPP	Os consumidores residenciais de electricidade respondem positivamente à sinalização feita através do preço; Consumidores com grande consumo de electricidade respondem melhor às tarifas CPP; A introdução das tarifas CPP, mesmo na ausência de mecanismos automatizados é uma estratégia promissora para a redução do consumo de electricidade.
2010	Faruqi e Sergici	Análise às provas de 15 testes piloto, acerca da implementação em grande escala de preços dinâmicos no mercado de electricidade.		TOU CPP RTP	As tarifas TOU podem reduzir os períodos de pico de 3% a 6%; As tarifas CPP, podem levar a uma quebra dos períodos de pico de 13% a 20%, que quando acompanhadas de tecnologia apropriada, podem permitir reduções de 27% a 44%.
2010	Faruqi et al.	Influência do <i>feedback</i> em tempo real do consumo de electricidade ao consumidor, na factura mensal com electricidade, através de um estudo empírico a alguns programas pilotos de utilidade.			O <i>feedback</i> directo fornecido pelos equipamentos instalados, encoraja os consumidores a tornarem mais eficiente o uso de electricidade, a poupança de electricidade pode levar a quebras de 3% a 13%, com média de 7%.
2010	Dianshu et al.	As barreiras para a eficiência energética no sector residencial na província de Liaoning, com recolha de dados primários.	Seoul		Uma parcela significativa de consumidores, mostra disposição a reduzir o consumo de electricidade e disposição em comprar equipamentos mais eficientes.
2010	Newsham e Bowker	Revisão sobre os factores potenciais de redução de procura de pico		TOU CPP	Resultados sugerem que a tarifa CPP é a mais eficaz das estratégias para reduzir o pico de procura de electricidade. Os programas centrados em famílias com maior rendimento, educação e orientação de conservação de electricidade, permitem reduzir a procura de pico, apesar de este ser um pequeno nicho de mercado.

Até agora abordamos principalmente as opções tarifárias, a partir daqui apontam-se factores que tendencialmente influenciam a procura de electricidade.

A introdução de equipamentos capazes de sinalizar o custo da produção em tempo real sai reforçada, quando se observa que os mercados regulados não funcionaram convenientemente e são ainda menos eficientes (Anderson, 2009), notando o caso dos consumidores europeus que estão a pagar preços mais elevados pela electricidade. As casas “inteligentes”, vêm permitir que os consumidores conheçam e possam controlar o consumo ao longo do dia. Desta forma poderão ser desenhados novos planos de preços ajustados ao perfil de cada consumidor, trazendo maior eficiência ao mercado.

O nível económico-social de cada família, é também apontado como importante no tipo de consumo que têm. Famílias com rendimento maior aumentam as possibilidades de aquisição de equipamentos eficientes, o que lhes permitirá reduzir o consumo (Faruqui e Sergici, 2010). A utilização de equipamentos eficientes, como lâmpadas de baixo consumo, assim como a adopção de comportamentos também eles mais eficientes, como a reprogramação do termóstato de AC, é apoiada por McDonough e Kraus (2007), pois para além de serem medidas que incutem a alteração de hábitos ainda permitem reduzir a procura de electricidade.

A melhoria da eficiência implica mais informação aos consumidores. Para além de essa informação poder ajudar na mudança de hábitos e no *switching* de consumos, ainda se revela como um meio de fidelização e captação de clientes para as empresas distribuidoras de electricidade, como observa Matsukawa (2004).

Incentivar os consumidores a modificarem os seus hábitos de consumo de electricidade deve ser um objectivo dos fazedores de políticas tarifárias. Importa no entanto conhecer que cada consumidor tem o seu período de pico bem como uma maior ou menor propensão para reagir às tarifas propostas. Os consumidores com maior flexibilidade obtêm maiores poupanças, contribuindo para uma maior eficácia destas medidas.

3. Metodologia

No mercado regulado pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), em Portugal estão disponíveis para os consumidores três tarifas de baixa tensão: - A tarifa plana, com o mesmo tarifário ao longo de todo o dia; e – dois tipos de tarifas de acordo *com Time of-Use*: i) uma que diferencia o dia em dois períodos horários (cheio e vazio); e ii) outra que diferencia o dia em três períodos horários (ponta, cheio e vazio). A opção tri-horária é muito

recente e, como tal, verifica ainda uma adesão pouco expressiva de consumidores. Os preços da electricidade em cada uma das tarifas por kWh são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Tarifas do mercado de electricidade português, regulado (adaptado: Tarifário 2010 – EDP).

Tarifas	Horas de Ponta	Horas de Cheio	Horas de Vazio
Tarifa Simples	0,1285€	0,1285€	0,1285€
Tarifa bi-horária	0,1382€	0,1382€	0,0742€
Tarifa tri-horária	0,1520€	0,1332€	0,0742€

A tarifa simples apresenta a maior quota de mercado, seguida da tarifa bi-horária. Por seu lado a tarifa tri-horária é a que apresenta menor implementação, o que poderá ser explicado por estar disponível para o consumidor há relativamente pouco tempo, desde 1 de Janeiro de 2009. Seria de esperar que a tarifa bi-horária tivesse uma quota de mercado superior à tarifa simples, uma vez que beneficia o consumo realizado nas horas fora de pico. Na verdade não acontece, talvez pelo facto da diferença entre período de cheio e vazio (0,064€) poder não justificar a alteração de hábitos de alguns perfis de consumidores. De notar, que em Espanha, por exemplo, a diferença entre o período de cheio e vazio é de 0,08€ para potências contratadas iguais ou inferiores a 10KWh e de 0,0917€ para potências contratadas superiores a 10KWh.

3.1. Recolha de informação

Procedeu-se à recolha de dados primários através da realização de um inquérito (tal como, Abrahamse e Steg, 2009; e Ek e Söderholm, 2010), por amostragem probabilística, utilizando para o efeito, uma amostra representativa do universo de detentores de contratos de fornecimento de energia eléctrica. O Universo a estudar é constituído pelos consumidores – agregados familiares - de electricidade de baixa tensão – de 2,3kVA até 20,7kVA – em Portugal Continental, com representatividade no Norte, Centro, Lisboa, Alentejo e Algarve. Este universo é constituído por cerca de 3 milhões e meio de agregados familiares¹.

¹ Fonte: INE, à data de início do estudo (Novembro de 2009).

Tabela 3 - Amostra prevista e recolhida através de inquérito.

Regiões INE	Agregados Familiares	Amostra Prevista		Amostra Recolhida	
Norte	1211550	691	35%	692	27%
Centro	848286	483	24%	765	30%
Lisboa	1006810	574	29%	721	28%
Alentejo	292898	167	8%	188	7%
Algarve	149369	85	4%	203	8%
Total	3508913	2000	100%	2569	100%

Com este universo e com uma amostra composta por 2000 inquéritos, para um nível de confiança de 95% a margem de erro obtido pela fórmula do erro amostral, assume o valor de 2,2%, quando a amostra é composta por 2569 inquéritos, a margem de erro é de 1,93%.

$$Erro_{amostral} = \pm 1.96 \sqrt{\frac{2500}{n}}$$

Em relação ao desenho do questionário, foi verificado o correcto ajustamento entre os objectivos do trabalho e o questionário, bem como identificadas as perguntas que correspondem a cada um dos factores, económico-sociais, características da habitação, comportamentais, e de conhecimento, informação/ambientais.

A realização de um pré-teste, em Dezembro de 2009, possibilitou a avaliação da duração da resposta ao questionário, a atitude do inquirido perante o tema e o questionário, a compreensão das perguntas, a coerência do questionário (filtros) e a consistência das respostas.

A recolha de dados foi feita on-line, por telefone e presencialmente. A recolha da informação on-line foi realizada pela utilização da ferramenta de construção de inquéritos e disponibilização on-line do Google (*spreadsheets*), decorrendo durante 4 meses, desde Dezembro de 2009 a Março de 2010.

O método on-line representou cerca de 80% da amostra, o telefone representou 15%, enquanto os questionários realizados presencialmente representaram 5%. Foram recolhidos 3314 questionários, que posteriormente foram alvo de tratamento, caso a caso, para a detecção de erros de preenchimento e ausência de informação. A detecção de incorrecções levou à anulação desses inquéritos. Após a despistagem de incorrecções foram validados 2569 (78%) inquéritos. Toda a informação foi tratada de modo a garantir a privacidade e confidencialidade individual dos inquiridos.

Tabela 4 - Dados: definição, sumário estatístico das variáveis e efeitos esperados

<i>Variáveis</i>	<i>Definição</i>	<i>Obs.</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>RATE</i>	Igual a 1 se TOU rate é 0 se no TOU rate	2569	0.4204	0.4937	0	1
<i>RATE Mult.</i>	Igual a 0 se tarifa plana, 1 se bi-horária e 2 se tri-horária	2593	0.4350	0.5142	0	2
<i>Factor sócio-económico</i>						
<i>INCOME</i>	Rendimento mensal do agregado familiar por escalão	2495	3.6613	1.5676	1	6
<i>COST</i>	Custo mensal do agregado familiar com electricidade	2557	53.9771	31.3468	10	200
<i>AGE</i>	Idade dos inquiridos	2488	37.0535	11.0406	18	81
<i>SPERSONS</i>	Percentagem de pessoas com idade inferior a 18 anos no agregado familiar	2569	0.1789	0.2216	0	0.8
<i>PERSONS</i>	Número de elementos do agregado familiar	2569	2.9712	1.1737	1	10
<i>HIGHSCHOOL</i>	Igual a 1 se tem apenas ensino preparatório	2569	0.1514	0.3585	0	1
<i>UNIVERSITY</i>	Igual a 1 se tem ensino universitário	2569	0.6146	0.4868	0	1
<i>NORTE</i>	Igual a 1 se é da Região Norte	2569	0.2694	0.4437	0	1
<i>CENTRO</i>	Igual a 1 se é da Região Centro	2569	0.2978	0.4574	0	1
<i>LISBOA</i>	Igual a 1 se é da Região Lisboa	2569	0.2803	0.4492	0	1
<i>ALENTEJO</i>	Igual a 1 se é da Região Alentejo	2569	0.0732	0.2605	0	1
<i>ALGARVE</i>	Igual a 1 se é da Região Algarve	2569	0.0790	0.2698	0	1
<i>Factor características da habitação</i>						
<i>APPLIANC</i>	Número de Electrodomésticos na Habitação;	2569	13.2059	2.9356	2	26
<i>AC</i>	Igual a 1 se tem Ar Condicionado (AC)	2569	0.1981	0.3987	0	1
<i>WASHMACHINE</i>	Temperatura a que utiliza a máquina lavar roupa	2513	1.9184	0.7055	0	1
<i>WATERHEAT</i>	Igual a 1 se aquecimento água a electricidade	2569	0.1051	0.3067	0	1
<i>APARTMENT</i>	Igual a 1 se tipo de habitação – Apartamento	2481	0.5973	0.4905	0	1
<i>VILLA</i>	Igual a 1 se tipo de habitação – Vivenda	2481	0.3164	0.4652	0	1
<i>HOUSESIZE</i>	Dimensão da habitação por escalão	2397	7.4347	2.2423	1	12
<i>GARDEN</i>	Igual a 1 se tem Jardim	2569	0.3608	0.4803	0	1
<i>ELECTRICOVEN</i>	Igual a 1 se tem forno eléctrico	2569	0.7544	0.4305	0	1
<i>ELECTRICOOK</i>	Igual a 1 se tem fogão ou placas eléctricas	2569	0.6111	0.4876	0	1
<i>EFFICAPPLI</i>	Igual a 1 se utiliza electrodomésticos eficientes	2569	0.9151	0.2787	0	1
<i>Factor comportamental</i>						
<i>WEEKENDPEAK</i>	Igual a 1 se – Consumo de electricidade em horas de pico – Fim-de-Semana	2569	0.7734	0.4187	0	1
<i>MORNING</i>	Igual a 1 se – consome electricidade pela manhã	2569	0.1526	0.3597	0	1

	(8H-13H) – Semana					
<i>AFTERNOON</i>	Igual a 1 se – consome electricidade pela tarde (13H-18H) – Semana	2569	00627	0.2424	0	1
<i>DINNER</i>	Igual a 1 se – consome electricidade á hora de jantar (18-22H) – Semana	2569	0.8521	0.3551	0	1
<i>OFFPEAK</i>	Igual a 1 se – consome electricidade fora de pico (22H-8H) – Semana	2569	0.3355	0.4723	0	1
<i>STANDBY</i>	Igual a 1 se deixa os aparelhos electrónicos em <i>standby</i>	2569	0.5146	0.4999	0	1
<i>SAVE</i>	Igual a 1 se inquirido poupou com <i>switch</i> da tarifa	950	0.6947	0.4608	0	1
<i>TAREDUCAT</i>	Igual a 1 se o consumidor alterou hábitos de consumo	1210	0.7446	0.4363	0	1
Factor de conhecimento e preocupações ambientais						
EFFICICOSTU	Igual a 1 se considera ser um consumidor de eficiente de electricidade	2569	0.5878	0.4923	0	1
COSTPROD	Igual se os inquiridos sabem que o custo de produção de electricidade varia ao longo do dia	2569	0.8147	0.3886	0	1
LIGHTBULB	Igual a 1 se os inquiridos sabem o porquê de se incentivar o uso de lâmpadas eficientes;	2569	0.7310	0.4435	0	1
STOPPROD	Igual a 1 se os inquiridos sabem que a produção varia ao longo do dia	2569	0.3243	0.4682	0	1
SUMINF	Nível informação por escalão	2569	1.87	0.8962	0	3
RENSYSTEMS	Igual a 1 se aderiu a sistemas de energia renovável	2569	0.1109	0.3141	0	1

Os dados e a metodologia utilizada permite-nos: 1) analisar os determinantes da opção tarifária dos consumidores domésticos de electricidade; 2) identificar os factores conducentes à poupança de electricidade, uma vez verificada a alteração de tarifa; e 3) avaliar os determinantes dos custos com o consumo de electricidade para diferentes níveis de gastos.

No tratamento dos dados, são aplicadas duas técnicas: modelos de variável dependente qualitativa (nomeadamente modelos logit e modelos logit ordenados) e regressão de quantis. Primeiro, pela utilização do modelo logit, estudamos a escolha do consumidor entre a tarifa simples e as tarifas não planas (TOU). De seguida, estudamos os factores que contribuem para uma poupança de custos com electricidade, após a alteração de tarifa. Por fim, analisamos os custos determinantes para o consumo mensal com electricidade pela técnica de regressão de quantis.

O modelo logit é uma metodologia econométrica de escolha qualitativa. Definimos como variável latente, não observável e contínua y_i^* , tal que: $y_i^* = X_i\beta + \mu_i$, com $\mu_i \sim N(0, \sigma^2)$, o

termo de erro aleatório para a observação i . A matriz X_i , inclui variáveis de natureza sócio-económicas, de características físicas, comportamentais, de conhecimento e ambientais. O resultado observável do problema de escolha binária é representado por uma variável binária y_i , que é definida como $y_i = 1$ se $y_i^* > 0$ e $y_i = 0$ se $y_i^* \leq 0$. Daqui resulta que $Prob(y_i = 1|X_i) = Prob(y_i^* > 0) = Prob(\mu_i > -X_i\beta) = 1 - Prob(\mu_i \leq -X_i\beta)$. Então $Prob(y_i = 1|X_i) = 1 - F(-X_i\beta)$ e $Prob(y_i = 0|X_i) = F(-X_i\beta) = 1 - F(X_i\beta)$. O modelo logit resulta da escolha, para F , da Distribuição Normal padrão. A estimação é feita por Máxima Verosimilhança, onde a função de verosimilhança é representada por: $L(\beta) = \prod_{i=1}^N Prob(y_i|x_i) = \prod_{i=1}^N F(X_i'\beta)^{y_i} \prod_{i=1}^N [1 - F(X_i'\beta)]^{1-y_i}$.

Para a execução do problema de maximização os algoritmos utilizados são: - *Algoritmo de Newton-Raphson*, cuja justificação encontra-se na expansão de Taylor em torno do gradiente, sendo em geral o preferido quando a função a maximizar é globalmente côncava. No entanto, se estiver longe do máximo não há garantias de que a matriz hessiana (H) seja definida negativa; - método *Quadratic Hill-Climbing* (QHC), idêntico ao método de Newton, verificando a cada passo, que H é definida negativa; - método *Berndt-Hall-Hausman* (BHHH) que substitui, no algoritmo de *Gauss-Newton*, a estimativa do hessiano pelo produto cruzado dos gradientes. Este método exige apenas as primeiras derivadas e garante que está a convergir no sentido máximo.

Foram realizados os testes a restrições individuais (Teste de *Wald*). Considerando o conjunto de restrições $R\beta = q$. A estatística de teste vem: $W = (R\hat{\beta} - q)'[V(R\hat{\beta} - q)]^{-1}(R\hat{\beta} - q) \sim \chi_q^2$; - Teste de significância conjunta a todos os coeficientes. A estatística *Likelihood Ratio* vem $LR = 2[\ln(\alpha, \beta) - \ln(\alpha, 0)] - 2(\ln L_0 - \ln L_u) \sim \chi_{k-1}^2$. É assim um teste contra a hipótese nula que todos os declives sejam iguais a zero, isto é, testa no fundo a validade global da regressão.

O recurso ao modelo logit ordenado tem como objectivo avaliar os factores que levam à opção por uma das tarifas existentes. Consideramos y_i^* , a variável que representa a opção por uma das tarifas disponíveis no mercado. Pode assumir o valor 0, 1 e 2 caso a opção tarifária seja plana, bi-horária ou tri-horária, respectivamente. Ou seja y_i^* , com $y^* = \beta'X + \epsilon$, é a variável latente, observando, $y = 0$ se $y^* \leq \mu_1$, $y = 1$ se $\mu_1 < y^* \leq \mu_2$, $y = 2$ se $y^* > \mu_2$. Com distribuição normal, consideramos as seguintes probabilidades, $Prob(y = 0) = \Phi(\mu_1 - \beta'X)$, $Prob(y = 1) = \Phi(\mu_2 - \beta'X) - \Phi(\mu_1 - \beta'X)$, e $Prob(y = 2) = 1 - \Phi(\mu_2 - \beta'X)$.

Estimamos também uma família de funções condicionais de quantis, que nos dão uma imagem completa dos efeitos da co-variância (Koenker e Hallock, 2001). De facto, os resultados da regressão de quantis são robustos para observações extremas e distribuições com abas largas. A estimação pelo método dos mínimos quadrados (OLS – ordinary least squares) foca-se na média do consumo mensal de electricidade, enquanto que a regressão de quantis permite compreender toda a distribuição condicional do consumo mensal de electricidade no mercado doméstico. Para cada nível de gasto consumo mensal com electricidade esta técnica permite compreender os factores que influenciam esse gasto², sendo particularmente relevante perceber se esses determinantes mantêm-se para qualquer nível de consumo, bem como perceber quais os factores que influenciam gastos muito baixos e muito altos.

O modelo de regressão de quantis, particularmente a τ^{th} *regression quantile*, $0 < \tau < 1$ resolve o problema:

$$\min_{\omega_\tau} \left\{ \sum_{i: y_i \geq x_i' \omega} \tau |y_i - x_i' \omega| + \sum_{i: y_i < x_i' \omega} (1 - \tau) |y_i - x_i' \omega| \right\}. \quad (2)$$

A regressão de quantis, estima o impacto marginal do vector X_i , que representa as variáveis independentes, explicativas do custo mensal, na distribuição condicional de quantis. De forma a obter estimativas robustas na presença de heterocedasticidade reportamos os erros padrão robustos para as estimativas OLS.

3.2. Análise preliminar do consumidor residencial de electricidade

A análise preliminar ao consumidor residencial português de electricidade permite-nos caracterizar o seu perfil, bem como verificar se os dados recolhidos são representativos da população portuguesa.

As tarifas planas representam 58% dos consumidores residenciais de electricidade, enquanto que, as tarifas não planas representam 42% dos consumidores inquiridos, dos quais 1% têm como tarifa contratada a tri-horária e 41% a bi-horária.

Em geral os consumidores revelam desconhecimento acerca da opção tarifária tri-horária, sendo que 75% do total revelam mesmo desconhecimento da sua existência. Após um curta

² É de esperar que o consumo evolua no mesmo sentido do gasto mensal de electricidade, no entanto, alguns perfis de consumidores poderão ter consumos mais elevados que gastos, devido à utilização dos benefícios das tarifas não planas.

explicação desta tarifa no inquérito, nomeadamente os períodos horários e os diferentes preços para cada período, 37% dos inquiridos revelaram que iriam ponderar a alteração de tarifa. No entanto, uma maior diferenciação de preços entre os períodos constituiria um maior incentivo para os consumidores procederem a essa troca. De facto, 59% dos consumidores ponderariam a troca para a tarifa tri-horária se a diferenciação de preços fosse mais significativa.

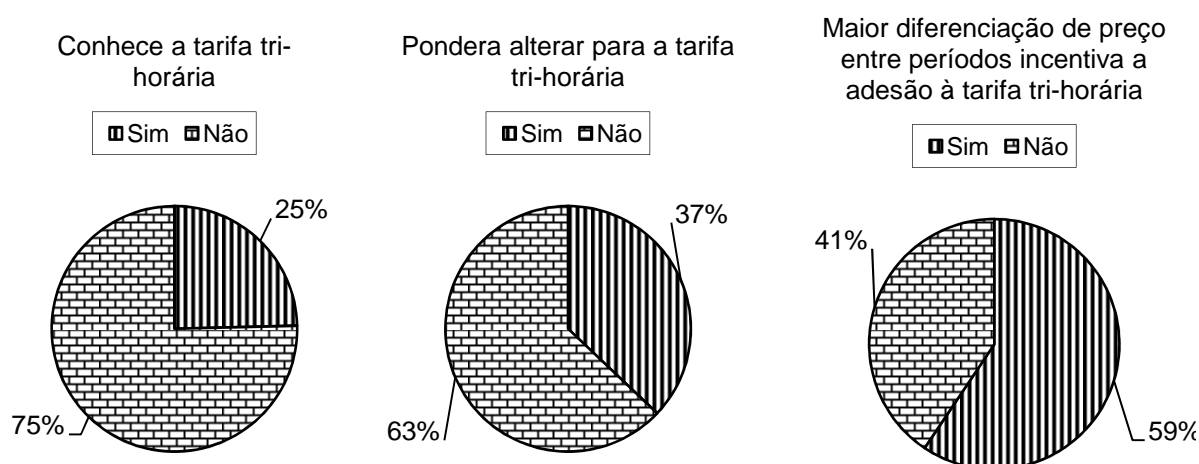


Figura 2 - Conhecimento revelado pelos consumidores acerca da tarifa tri-horária

- *Caracterização da amostra segundo factores socio-económicos e de características da habitação dos agregados inquiridos:*

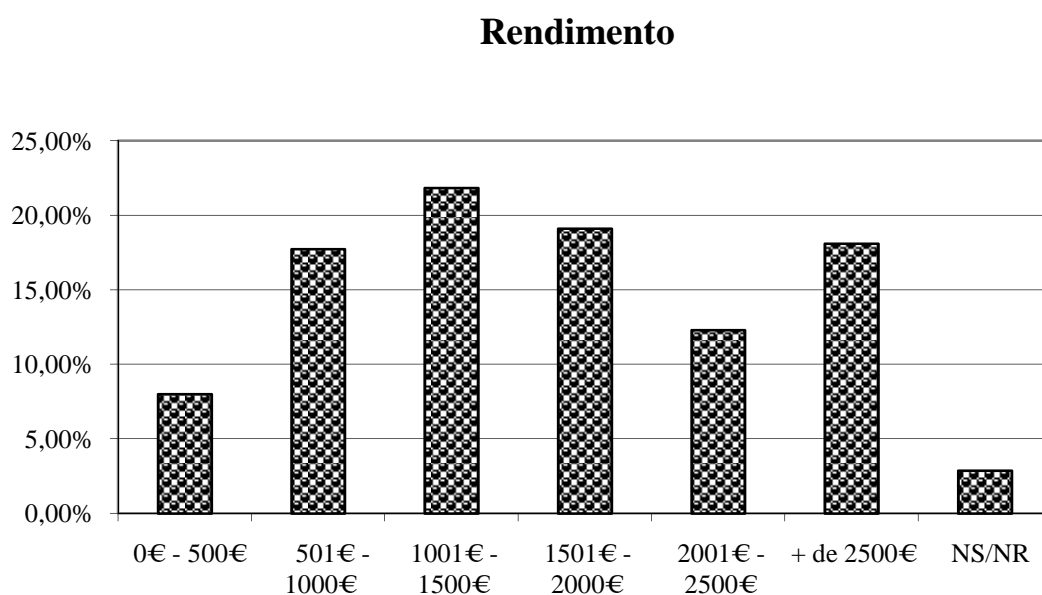


Figura 3 – Rendimento dos agregados familiares dos consumidores inquiridos

Em média os consumidores inquiridos apresentam uma idade de 37 anos e o seu agregado familiar é composto por três elementos. O rendimento médio mensal situa-se entre o terceiro e o quarto escalão, entre 1500€ e 2000€, esta informação, está de acordo com o relatório divulgado pelo INE³.

Quanto aos equipamentos eléctricos da habitação, os de climatização e aquecimento de água, estão associados a grandes consumos energéticos.

Cerca de 10% das famílias possuem cilindro para o aquecimento de água. As famílias preferem equipamentos de aquecimento local (25%), ao que se seguem o aquecimento central, o AC e a ventoinha, por fim e com uma percentagem de utilização reduzida vem o AC portátil.

O AC, variável amplamente referida pela literatura (e.g. Faruqui e George. 2005), devido ao impacto positivo que tem na procura de electricidade. Para além do elevado consumo deste equipamento, 64% dos utilizadores de AC tem o sistema de AC convencional, que tem um consumo superior ao sistema inverter.

O período em que as famílias mais utilizam o AC é o período entre as 19:30h e as 22h, coincidindo com o período de pico de procura de electricidade. Com uma percentagem de utilização menor, surgem os períodos das 22h-8h e das 18h-19:30h. Verifica-se assim que durante os períodos da manhã não é muito usual a utilização de AC.

Dos equipamentos de cozinha, o microondas é o que apresenta uma taxa de posse superior (92%). Seguem-se o forno eléctrico (75%), máquina de lavar loiça (71%), frigorífico com duas portas, e fogão ou placas eléctricas, com uma taxa de posse de 65% e 61% respectivamente.

O computador tem uma taxa de posse de 98%, já a bomba elevatória de água e os alarmes, são os equipamentos com menor taxa de posse, cerca de 14%.

Cerca de 70% dos inquiridos utilizam lâmpadas fluorescentes, enquanto que o uso de lâmpadas tradicionais é semelhante ao de halógeno, situando-se nos 40%. Numa percentagem de uso inferior surge a utilização de lâmpadas fluorescentes compactas, com 30% e outro tipo de lâmpadas com cerca de 20%.

Observando os hábitos dos agregados familiares inquiridos, verifica-se que o período de maior utilização de electricidade dos agregados familiares é o período das 19:30h às 22h, seguido do período das 22h às 8h e das 18h às 19:30h. Durante o fim-de-semana, o consumo de electricidade tem uma distribuição mais homogénea, com excepção do período das 19:30h

³ Fonte: Informação à comunicação social de 31 de Março de 2008, onde rendimento mensal médio das famílias portuguesas era em 2005/2006 de 1845€.

às 22h, que apresenta um pico de consumo e do período das 8h às 10:30h que é o período com menor consumo. Dos consumidores com tarifa plana, 20% consideram como um dos períodos de maior consumo o período de fora de pico. No entanto, 80% considera que esse período não é um dos de maior consumo. Ao contrário do que seria expectável, 48% dos utilizadores da tarifa TOU não consideram o período fora de pico como um dos de maior consumo de electricidade. Importa notar que na tarifa bi-horária em Portugal a diferença de preço entre o período de pico e fora de pico é de 0.064€ (desde: 01/01/2010), enquanto que, em Espanha essa diferença é de 0,08€, sugerindo maior incentivo ao *switching*.

Apesar das várias campanhas de sensibilização que chegam actualmente aos consumidores para a necessidade de não deixar os equipamentos eléctricos em *standby*, observamos que 51% dos consumidores inquiridos ainda mantêm esse hábito. No entanto, 59% dos inquiridos consideram-se consumidores eficientes de electricidade.

- *Distribuição geográfica das opções tarifárias:*

Tabela 5 – Teste de significância à distribuição geográfica

Variável	Obs.	Pr ($ T > t $)
Norte - Centro	2569	0.0558*
Norte - Lisboa	2569	0.4563
Norte - Alentejo	2569	0.000***
Norte - Algarve	2569	0.000***
Centro - Lisboa	2569	0.2430
Centro - Alentejo	2569	0.000***
Centro - Algarve	2569	0.000***
Lisboa - Alentejo	2569	0.000***
Lisboa - Algarve	2569	0.000***
Alentejo - Algarve	2569	0.4482

Notas: ***, **, *: denota significância de 1, 5 e 10% respectivamente

Como foi apresentado anteriormente, a recolha de dados garantiu a representatividade dos agregados familiares em Portugal Continental, ao nível das NUTS II. A amostra é composta por 27% dos inquiridos da Região Norte, 30% da Região centro, 28% da Região de Lisboa, 7% da Região do Alentejo e 8% da Região do Algarve. Pretendeu-se fazer uma primeira análise à dimensão regional para controlar possíveis especificidades entre as regiões.

Para a realização do teste *t de Student* às variáveis Norte, Centro, Lisboa, Alentejo e Algarve, definiu-se como hipótese nula a hipótese de que a média das diferenças das variáveis é igual a zero. Os testes sugerem a existência de alguma especificidade regional, a qual iremos controlar mais à frente. Observa-se que as regiões do Alentejo e do Algarve apresentam

características distintas das restantes regiões do país. Este resultado é significativo a 1%. Para as Regiões do Norte, Centro e Lisboa, não rejeitamos H_0 , não rejeitando a hipótese de que a média das variáveis seja diferente de zero, ou seja, entre estas Regiões o teste não nos indica a existência de especificidade entre estas regiões.

- *Rendimento e opção tarifária:*

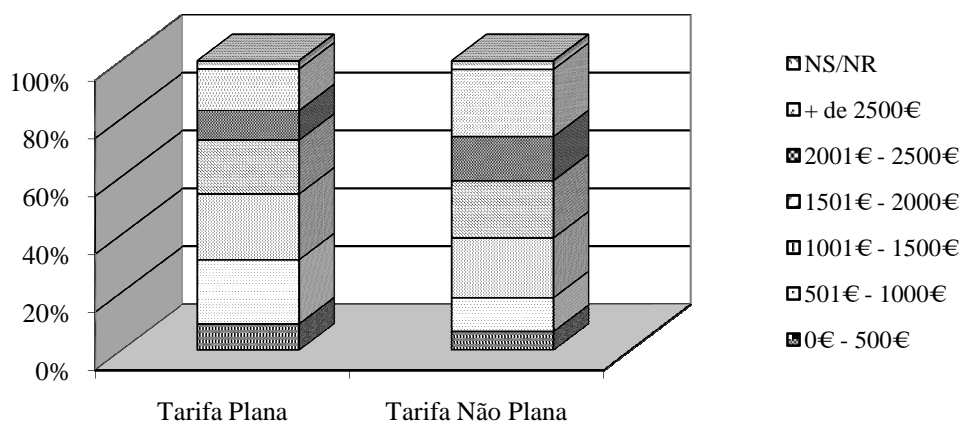


Figura 4 – Influência do rendimento na opção tarifária dos consumidores

Tal como esperado, os consumidores com rendimentos mais baixos optam, numa percentagem superior, pela tarifa plana. À medida que os rendimentos aumentam a percentagem de consumidores na tarifa não plana supera os consumidores que escolhem tarifa plana. Esta pode ser uma relação que sugere que consumidores com maiores rendimentos tenderão a ter consumos mais elevados, os quais poderão ser os mais beneficiados com a tarifa não plana.

- *Custo mensal com electricidade e opção tarifária:*

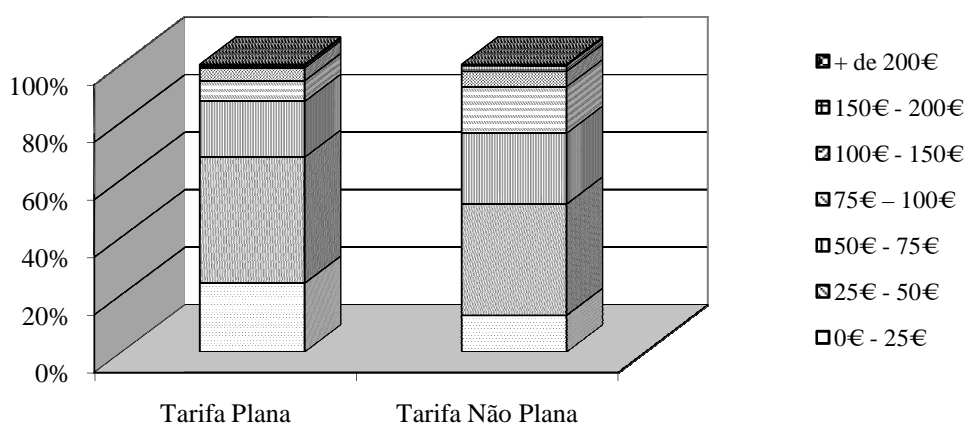


Figura 5 - Opção tarifária *versus* o custo mensal de electricidade

A relação entre o custo mensal com electricidade e a opção tarifária, evidencia que utilizadores com maiores consumos mensais de electricidade têm uma maior tendência a optarem pela tarifa não plana bi-horária. Utilizadores com consumos mensais menores revelam maior propensão pela tarifa plana, nomeadamente até ao 2º escalão de custos (25€ - 50€), no entanto, a partir do 3º escalão de custos (50€ - 75€), a percentagem de utilizadores da tarifa não plana é sempre superior aos de tarifa plana.

- *Relação do rendimento com o gasto mensal com electricidade:*

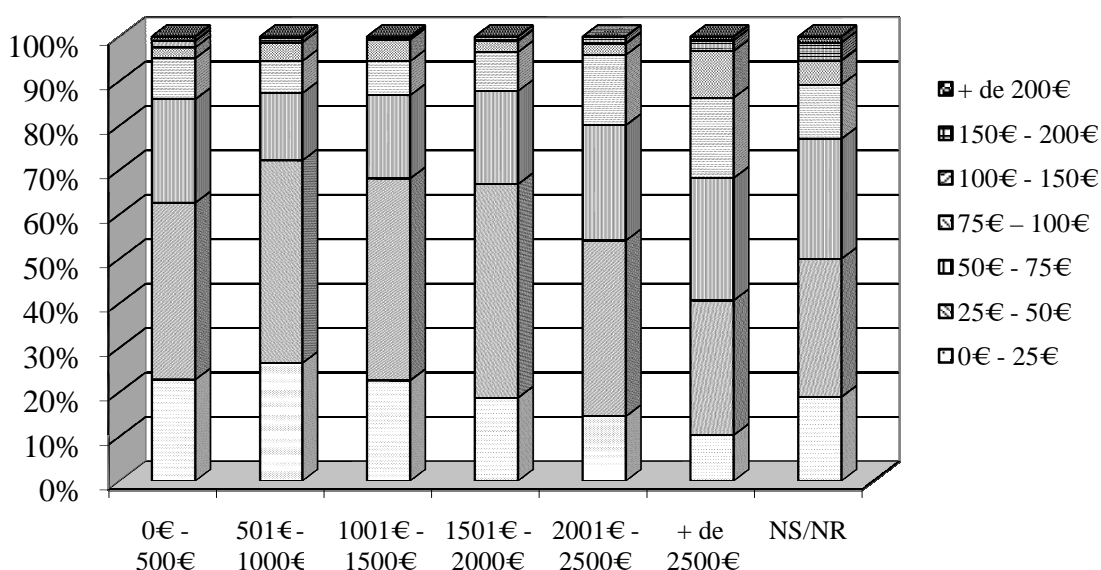


Figura 6 – Influência do rendimento no custo mensal com electricidade

A análise figura anterior, permite-nos observar, que consumidores com maiores rendimentos revelam maiores custos mensais com electricidade. Quando o rendimento do agregado familiar aumenta, a percentagem de consumidores nos dois escalões mais baixos de custos (0€ - 25€ e 25€ - 50€) diminui. Pelo contrário, nos restantes escalões de custos mensais com electricidade a percentagem de consumidores aumenta com o aumento do rendimento do agregado familiar. Na secção 4 analisaremos esta evidência.

4. Resultados

Os resultados apresentados nas secções 4.1 a 4.3 são obtidos pela análise ao perfil do consumidor residencial de electricidade, assim como, aos determinantes de opção tarifária e aos factores associados à diminuição de custos associados a uma alteração de tarifa. Na

secção 4.4 são apresentados os resultados dos factores determinantes associados aos gastos mensais de electricidade, não apenas para um consumidor na média das variáveis, mas também para os que se situam nos limites da distribuição. Os métodos utilizados são modelos de variável dependente qualitativa (modelo logit e logit ordenado) e técnicas de regressão de quantis.

4.1. Opção tarifária dos consumidores de electricidade

Pela aplicação do modelo logit⁴, nos modelos I, II e III analisamos os determinantes da opção tarifária dos consumidores domésticos de electricidade. A variável dependente é o tipo de tarifa contratada (*RATE*). É uma variável binária que assume o valor 1 quando a tarifa contratada é a TOU e 0 quando não é. No modelo I começamos por introduzir as variáveis amplamente testadas pela bibliografia (e.g. Herter, 2007; Faruqui et al., 2009; e Ek e Söderholm, 2010), tal como apresentado previamente. O modelo II controla quer para dois tipos específicos de habitações em Portugal, quer para variáveis de natureza comportamental. No modelo III foram testadas variáveis de natureza de conhecimento e ambientais. A tabela 6 mostra os resultados, bem como os efeitos marginais e as alterações na probabilidade de escolha de tarifa.

Tabela 6 - Tarifa de electricidade, alterações na probabilidade de escolha dos consumidores e efeitos marginais
Variável Dependente – *Rate*

<i>Variáveis Independentes</i>	<i>Modelo I</i>	<i>Modelo II</i>	<i>Modelo III</i>	<i>Min→Max</i>	<i>Efeitos Marginais</i>	<i>Sinal Esperado</i>
<i>Factor sócio - económico</i>						
<i>INCOME</i>	0.1229*** (0.0310)	0.1203*** (0.0335)	0.1206*** (0.0342)	0.1449	0.0293*** (0.0083)	+
<i>COST</i>	0.0039*** (0.0016)	0.0050*** (0.0018)	0.0062*** (0.0018)	0.2883	0.0015*** (0.0005)	+
<i>SPERSONS</i>	0.9278*** (0.2003)	1.1793*** (0.2185)	1.1592*** (0.2228)	0.2274	0.2816*** (0.05408)	+
<i>HIGH SCHOOL</i>	-0.5243*** (0.1473)	-0.4810*** (0.1609)	-0.4336*** (0.1642)	-0.1017	-0.10170*** (0.0368)	-
<i>UNIVERSITY</i>	-0.0828 (0.1080)	-0.1259 (0.1177)	-0.1443 (0.1197)	-0.0352	-0.0352 (0.0292)	+
<i>Factor características da habitação</i>						
<i>APPLIANC</i>	0.1162*** (0.0181)	0.1112*** (0.0202)	0.1003*** (0.0225)	0.5317	0.0244 (0.0054)	+
<i>AC</i>	0.3450***	0.3384***	0.3588***	0.0883	0.0883***	+

⁴ Testámos ainda os modelos probit e cloglog. Os coeficientes estimados de todos eles permitem conclusões similares no que respeita ao impacto dos regressores.

	(0.1110)	(0.1190)	(0.1209)		(0.0299)	
<i>APARTMENT</i>		-0.1550 (0.1741)	-0.1390 (0.1758)	-0.0338	-0.0338 (0.0429)	+/-
<i>VILLA</i>		-0.1802 (0.1821)	-0.1601 (0.1832)	-0.0387	-0.0387 (0.0440)	+/-
<i>ELECTRICOVEN</i>			0.1995 (0.1252)	0.0480	0.0480 (0.0298)	+
<i>ELECTRICOOK</i>			-0.0216 (0.1030)	-0.0053	-0.0053 (0.0251)	-
<i>EFFICAPPLI</i>			0.3969** (0.1874)	0.0929	0.0929** (0.0418)	+
Factor comportamental						
<i>WEEKENDPEAK</i>		-0.2442** (0.1206)	-0.2520** (0.1233)	-0.0618	-0.0618** (0.0304)	-
<i>MORNING</i>		-0.3110** (0.1374)	-0.3375** (0.1405)	-0.0799	-0.0799*** (0.0322)	-
<i>AFTERNOON</i>		-0.4604** (0.2311)	-0.4373** (0.2349)	-0.1016	-0.1016** (0.0515)	-
<i>DINNER</i>		-0.6264*** (0.1571)	-0.6040*** (0.1615)	-0.1493	-0.1493*** (0.0399)	-
<i>OFFPEAK</i>		1.2459*** (0.1073)	1.2682*** (0.1084)	0.3056	0.3056*** (0.0248)	+
<i>STANDBY</i>			-0.0224 (0.1006)	-0.0054	-0.0054 (0.0245)	-
Factor conhecimento e ambiental						
<i>EFFICICOSTU</i>			0.3685*** (0.1024)	0.0888	0.0888*** (0.0244)	+
<i>COSTPROD</i>			0.5825*** (0.1318)	0.1354	0.1354*** (0.0289)	+
<i>LIGHTBULB</i>			-0.2003* (0.1143)	-0.0490	-0.0490* (0.0281)	+
<i>STOPPROD</i>			-0.2186** (0.1073)	-0.0527	-0.0527** (0.0256)	+
<i>CONS</i>	-2.6573*** (0.2383)	-2.1346*** (0.3467)	-3.0656*** (0.4085)			
N	2412	2331	2331			
McFadden's R ²	0.071	0.156	0.171			
W-Chi ²	198.13 (0.000)	378.29 (0.000)	386.54 (0.000)			
LR test			47.77 (0.000)			
H-L gof test (4)			2.23 (0.3276)			
Count R ²	65%	70%	71.2%			

Notas: O teste de Wald tem distribuição χ^2 e testa a hipótese nula de não significância dos coeficientes das variáveis explicativas. O teste LR tem distribuição χ^2 e testa a hipótese nula de que o vector de parâmetros do modelo estatístico compreende alguma restrição; ***, **, *, indicam um nível de significância de 1, 5 e 10%, respectivamente; os desvios-padrão robustos são reportados entre parênteses. Min→Max significa a mudança na probabilidade prevista quando a variável muda o seu valor do mínimo para o máximo. Os efeitos marginais apresentados são calculados para a media das variáveis $X = \bar{X}$; ***, **, *, indicam nível de significância estatística de 1, 5 e 10% respectivamente; os desvios-padrão robustos são apresentados entre parênteses.

A validade das estimações é assegurada pela aplicação de testes relevantes. O teste *goodness-of-fit (gof) Hosmer-Lemesahow* foi realizado. Fixando o número de grupos em

quatro, não rejeitamos a hipótese de boa especificação. Repetimos o teste para três e seis grupos. Em todos os casos, o teste sugere uma boa especificação do modelo III, considerando assim que o modelo é apropriado. Também avaliamos a qualidade do modelo III, usando o *Bayesian Information Criterion (BIC)*. Comparando o modelo II e III vemos que a diferença absoluta é de 14,266 havendo um forte suporte para a construção do modelo III e uma forte evidência para adicionar as variáveis *ELECTRICOVEN*, *ELECTRICOOK*, *EFFICAPPLI*, *STANDBY*, assim como as de natureza de conhecimento e ambientais no modelo. Para o *count* R^2 , a escolha de tarifa por parte dos consumidores é classificada em 71,2%. A sensibilidade, ou seja, a fracção de consumidores com tarifa TOU, é identificada correctamente e especificamente em 0,575. A proporção de consumidores na tarifa plana é identificado correctamente pelo modelo logit em 0,814. Ao comparar o R^2 de *McFadden*, o modelo III explica melhor a escolha do consumidor para o preço de electricidade, de acordo com a tarifa TOU. O teste LR, sugere que, a inclusão das variáveis no modelo III, em conjunto, melhora estatística e significativamente a qualidade do ajustamento do modelo.

Os resultados sugerem que o efeito das variáveis rendimento, custo mensal com electricidade, percentagem de menores de idade no agregado familiar, número de electrodomésticos e a utilização de AC são consistentemente positivas e estatisticamente significativas nos três modelos. Um consumidor com o número máximo de electrodomésticos observado na amostra, comparativamente com um consumidor com o número mínimo, tem uma probabilidade de optar por uma tarifa TOU 0,5317 superior. Apesar da verificação do efeito esperado, o efeito marginal da variável custo mensal na opção por preços diferenciados é de apenas 0,0015.

As variáveis de factor comportamental são estatisticamente significativas. Consumir em períodos fora de pico aumenta as possibilidades de adesão às tarifas TOU, tal como esperado, enquanto que, consumos em períodos de pico diminuem a probabilidade de adesão às tarifas TOU.

Ao testar as variáveis de factor conhecimento e ambientais, a consistência dos modelos mantém-se. A utilização de equipamentos eficientes está correlacionada com opções bi-horárias nas tarifas. Por seu lado, a utilização de forno e fogão ou placas eléctricas não são significativas, tal como a variável *STANDBY*. Este resultado sugere um distanciamento dos consumidores face ao período de consumo, nomeadamente deixando os aparelhos ligados à corrente eléctrica. A noção de consumo eficiente, e a percepção de custos diferentes de produção de electricidade ao longo do dia são positivos e estatisticamente significantes a 1%,

enquanto que, as variáveis, *LIGHTBULB* e *STOPPROD* são negativas diminuindo a propensão de adesão ao tarifário TOU.

Apesar de na análise preliminar aos dados indicarem a existência de alguma especificidade entre as diferentes regiões, a inclusão dessas variáveis nas regressões acabaram por não se revelar explicativas nos modelos estimados. Observando o poder explicativo do modelo com e sem a inclusão desta variáveis, que toma o valor de 71,9% e de 71,2% respectivamente. Concluindo-se que não existe melhoria significativa com a inclusão destas variáveis, após realizado o teste LR [16,71 (0,0022)].

4.2. Opção tarifária dos consumidores incluindo a tarifa tri-horária

Pela aplicação do modelo logit ordenado, estimamos o modelo IV, no qual se analisa os determinantes da opção tarifária dos consumidores domésticos de electricidade, quando estes de distribuem pela tarifa plana, bi-horária e tri-horária. Neste tipo de análise, este modelo é usado frequentemente na literatura, como por exemplo, Ek e Söderholm (2010). A variável dependente é o tipo de tarifa contratada. Ela assume o valor 0 quando a tarifa contratada é a plana, 1 quando é a bi-horária e 2 quando a opção recai sobre a tri-horária.

Na tabela seguinte apresentamos os parâmetros do modelo, assim como os cálculos das alterações de probabilidade (quando fazemos variar a observação do mínimo para o máximo) de escolha de tarifa. De referir que, o efeito da probabilidade da opção tri-horária é bastante reduzido.

Tabela 7 - A escolha de tarifa de electricidade, incluindo a tri-horária, e alterações na probabilidade de escolha dos consumidores

Variável Dependente - Rate			
<i>Variáveis Independentes</i>	<i>Modelo IV</i>	<i>Min→Max</i>	<i>Sinal esperado</i>
<i>Factor sócio - económico</i>			
<i>INCOME</i>	0.1035*** (0.0336)	0.0811	+
<i>COST</i>	0.0048*** (0.0017)	0.1481	+
<i>PERSONS</i>	0.1924*** (0.0446)	0.2717	+
<i>HIGH SCHOOL</i>	-0.5355*** (0.1646)	0.0789	-
<i>UNIVERSTY</i>	-0.1106 (0.1167)	0.0178	+
<i>Factor características da habitação</i>			
<i>APPLIANCE</i>	0.0948*** (0.0207)	0.3359	+
<i>AC</i>	0.3835*** (0.1190)	0.0628	+

<i>APARTMENT</i>	-0.1695 (0.1688)	0.0274	+/-
<i>VILLA</i>	-0.0953 (0.1855)	0.0159	+/-
<i>ELECTRICOVEN</i>	0.2367** (0.1213)	0.0366	+
<i>EFFICAPPLI</i>	0.3904** (0.1827)	0.0589	+
<i>CULTIVLAND</i>	-0.3924*** ((0.1522))	0.0592	+/-
<i>Factor comportamental</i>			
<i>WEEKENDPEAK</i>	-0.1666 (0.1196)	0.0269	-
<i>MORNING</i>	-0.3306** (0.1370)	0.0504	-
<i>AFTERNOON</i>	-0.4765** (0.2191)	0.0709	-
<i>DINNER</i>	-0.5284*** (0.1584)	0.0870	-
<i>OFFPEAK</i>	1.1816*** (0.1132)	0.1903	+
<i>OTHEROFFPEAK</i>	0.2154* (0.1173)	0.0349	+
<i>OTHERPEAK</i>	-0.1598* (0.0953)	0.0250	-
<i>Factor conhecimento e ambiental</i>			
<i>EFFICICOSTU</i>	0.3740*** (0.0989)	0.0566	+
<i>COSTPROD</i>	0.6028*** (0.1283)	0.0877	+
<i>LIGHTBULB</i>	-0.2035* (0.1087)	0.0330	+
<i>STOPPROD</i>	-0.2242** (0.1044)	0.0347	+
<i>RENSYSTEMS</i>	0.3242** (0.1530)	0.0530	+
<i>Cut1</i>	3.3153 (0.4009)		
<i>Cut2</i>	8.6156 (0.4840)		
N	2416		
W-Chi ²	565.46 (0.000)		
Count R2	70%		
McFadden's R2	16.3%		

Notas: O teste de Wald tem distribuição χ^2 e testa a hipótese nula de não significância dos coeficientes das variáveis explicativas. O teste Likelihood tem distribuição χ^2 e testa a hipótese nula de que o vector de parâmetros do modelo estatístico compreende alguma restrição; ***, **, *, indicam um nível de significância de 1, 5 e 10%, respectivamente; os desvios-padrão robustos são reportados entre parênteses. Min→Max significa a mudança na probabilidade prevista quando a variável muda o seu valor do mínimo para o máximo. Os efeitos marginais apresentados são calculados para a media das variáveis $X = \bar{X}$; ***, **, *, indicam nível de significância estatística de 1, 5 e 10% respectivamente; os desvios-padrão robustos são apresentados entre parênteses.

Os resultados sugerem que o efeito das variáveis rendimento, custo mensal com electricidade, número de menores de idade no agregado familiar, número de

electrodomésticos e a utilização de AC são consistentemente positivas e estatisticamente significativas. Um consumidor com um agregado familiar composto por 10 elementos tem uma probabilidade de mudar de tarifa 27% superior a um agregado familiar com apenas 1 elemento.

As variáveis de natureza comportamental são estatisticamente significativas. Consumir em períodos de fora de pico aumenta as possibilidades de adesão às tarifas que descriminam horários de utilização, tal como esperado. Consumos em períodos de pico diminuem a probabilidade.

A utilização de sistemas renováveis, o consumidor caracterizar-se como eficiente energeticamente e perceber que a produção de electricidade tem custos diferentes consoante o período horário são estatisticamente significativo. Já as variáveis, *LIGHTBULB* e *STOPPROD* são negativas, diminuindo a probabilidade de adesão às tarifas não planas.

4.3. Poupanças com a alteração de tarifa

Uma vez verificada a alteração de tarifa, identificam-se os factores conducentes à poupança de electricidade. O conceito de poupança de electricidade aqui utilizado é a percepção auto-relatada pelos consumidores (nos questionários). A variável (*SAVE*) é binária, assumindo o valor 1 quando os consumidores reduziram a factura de electricidade, após a troca de opção tarifária. Foram estimados dois modelos de poupança - modelo V e VI. No modelo VI controlamos para variáveis de natureza comportamentais, de conhecimento e ambientais.

Tabela 8 - Poupanças conseguidas com a alteração de tarifa, alterações nas probabilidades e efeitos marginais.

Variável Dependente - <i>Save</i>					
	MODELO V	MODELO VI	Min→Max	Efeitos Marginais	Sinal Esperado
<i>RATE</i>	2.7349*** (0.2502)	2.6799*** (0.2573)	0.5804	0.580*** (0.0460)	+
Factor sócio - económico					
<i>INCOME</i>	0.1253** (0.0626)	0.1237** (0.0640)	0.118	0.0232** (0.0112)	+
<i>PERSONS</i>	0.1360 (0.0852)	0.1511* (0.0869)	0.209	0.0283* (0.0163)	+
Factor características da habitação					
<i>WASHMACHINE</i>	0.1127 (0.1346)	0.1402 (0.1367)	0.0759	0.0263 (0.0256)	+
<i>AC</i>	0.0833 (0.2142)	0.0657 (0.2165)	0.0123	(0.0122) (0.04)	+

<i>APARTMENT</i>	0.6795* (0.3619)	0.7236** (0.3670)	0.1384	0.1383** (0.0709)	+ \-
<i>VILLA</i>	0.3365 (0.3446)	0.3609 (0.3502)	0.0657	0.0657 (0.0618)	+ \-
<i>ELECTRICOVEN</i>	0.4137* (0.2354)	0.4333* (0.2406)	0.0866	0.0866* (0.0508)	+
<i>ELECTRICOOK</i>	-0.3326 (0.2032)	-0.3701* (0.2060)	-0.0678	-0.0678* (0.0366)	-
<i>WATERHEAT</i>	-0.2239 (0.2784)	-0.2056 (0.2825)	-0.04	-0.0400 (0.0569)	-
<i>GARDEN</i>	0.8027*** (0.3027)	0.9263*** (0.3147)	0.1647	0.1647*** (0.0524)	+
Factor comportamental					
<i>OFFPEAK</i>		0.3550* (0.1938)	0.0664	0.0664* (0.0359)	+
<i>TAREDUACT</i>	1.6154*** (0.2173)	1.5240*** (0.2231)	0.3319	0.3319*** (0.0511)	+
Factor conhecimento e ambiental					
<i>EFFICICOSTU</i>		0.3780* (0.1990)	0.0723	0.0723* (0.0386)	+
<i>RENSYSTEMS</i>		-0.3565 (0.2937)	-0.0708	-0.0707 (0.0613)	+
<i>SUMINF</i>		0.1852* (0.1118)	0.108	0.0347* (0.0209)	+
<i>CONS</i>	-4.5313*** (0.6595)	-5.2556*** (0.7163)			
<i>N</i>	855	855			
<i>McFadden's R²</i>	0.288	0.299			
<i>W-Chi²</i>	297.78 (0.000)	309.21 (0.000)			
<i>LR test</i>		11.43 (0.0221)			
<i>Pearson gof test (4)</i>		849.79 (0.1800)			
<i>Count R2</i>	0.822	0.825			

Notas: O teste de Wald tem distribuição χ^2 e testa a hipótese nula de não significância dos coeficientes das variáveis explicativas. O teste LR tem distribuição χ^2 e testa a hipótese nula de que o vector de parâmetros do modelo estatístico compreende alguma restrição; ***, **, *, indicam um nível de significância de 1, 5 e 10%, respectivamente; os desvios-padrão robustos são reportados entre parênteses. Min→Max significa a mudança na probabilidade prevista quando a variável muda o seu valor do mínimo para o máximo. Os efeitos marginais apresentados são calculados para a media das variáveis $X = \bar{X}$; ***, **, *, indicam nível de significância estatística de 1, 5 e 10% respectivamente; os desvios-padrão robustos são apresentados entre parênteses.

Na tabela 8, para além dos coeficientes estimados, são apresentados os efeitos marginais, bem como nas alterações na probabilidade do consumidor poupar na factura mensal de electricidade, quando as variáveis independentes passam do mínimo para o máximo observado. Depois de adicionadas as variáveis explicativas no modelo VI, o teste LR sugere que existe uma melhoria estatística significativa.

Os resultados mostram que o tipo de tarifa, o rendimento, morar em apartamento, ter jardim e alterar hábitos de consumo são variáveis estatisticamente significativos, contribuindo para a realização de poupanças. A probabilidade de poupanças aumenta em 0,5804 e 0,3319 com a alteração de tarifa para uma tarifa TOU, e com a alteração de hábitos, respectivamente.

O número de pessoas do agregado familiar, forno eléctrico, ter como período de grande consumo o horário de fora de pico, considerar que é um consumidor eficiente e estar informado são variáveis positivas e estatisticamente significantes no modelo VI. Por exemplo, uma família com três elementos no agregado familiar e com tarifa TOU, a probabilidade de poupança aumenta em 0,581, face a uma família com o mesmo número de elementos no agregado, mas que não tenha o tarifário TOU. Por seu turno, a utilização de fogão ou placas eléctricas diminui as possibilidades de poupança.

Os efeitos marginais tomam os valores esperados, sendo que os efeitos das variáveis *RATE*, alteração de hábitos e número de pessoas no agregado são as que apresentam maior magnitude.

4.4. Factores que influenciam o custo mensal com electricidade

Pretendemos agora compreender os factores que influenciam o custo mensal com a electricidade, e portanto o seu consumo, não apenas para um consumidor na média das variáveis mas também para os consumidores que se situam nas abas da distribuição, isto é, os consumidores com um gasto mensal muito baixo e aqueles cujo custo de electricidade é muito elevado.

A figura 7 mostra a densidade estimada do custo mensal com electricidade, sugerindo que a distribuição condicional não segue uma distribuição *Gaussiana*. A hipótese de normalidade é também rejeitada quer pelo teste *Shapiro-Wilk*, quer pelo teste *Skewness-Kurtosis*, para um nível de significância de 1%. O procedimento OLS não é por isso adequado. Pelo contrário a regressão de quantis, introduzida inicialmente por Koenker e Bassett (1978), é adequada devido à sua propriedade de robustez na ausência de normalidade, como é o caso. Além disso permite estimar os efeitos dos diversos factores em pontos diferentes da distribuição condicional do custo mensal.

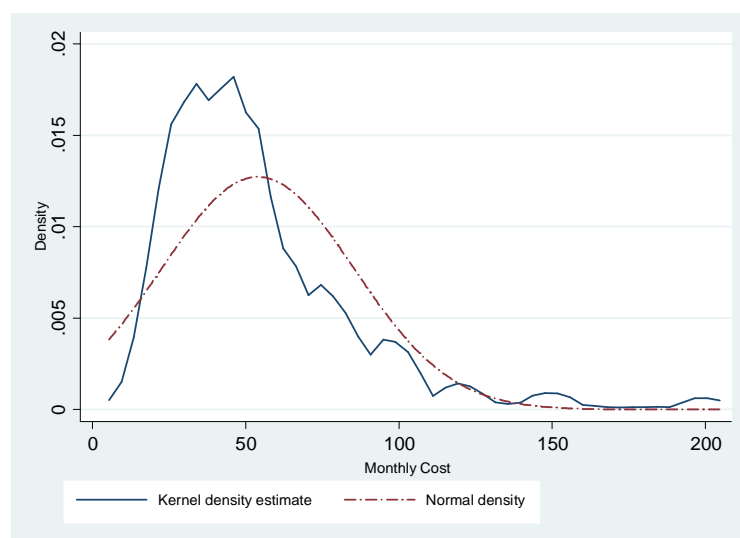


Figura 7 - Densidade estimada do custo mensal de electricidade.. *Notas:* Epanechnikov kernel density estimada é apresentada. A kernel density bandwidth é definido como 4,5835.

Dada a distribuição do custo mensal, estimamos o modelo de quantis para os quantis $\tau = 10^{th}, 25^{th}, 50^{th}, 75^{th}, 90^{th}$. A tabela 9 mostra as OLS e regressão de quantis estimada. De forma a testar se todos os coeficientes são zero em diferentes quantis condicionais realizámos um F-test. Para todos os quantis rejeitamos a hipótese nula de todos os coeficientes conjuntamente serem zero.

Tabela 9 - Custo de electricidade dos agregados familiares: Referência OLS vs Regressão de quantis

Variável dependente – Custo mensal de electricidade							
Variáveis Independentes	OLS	Quantis					Sinal Esperado
		10%	25%	50%	75%	90%	
AGE	0.3378*** (0.0543)	0.2229*** (0.0476)	0.278*** (0.0392)	0.3895*** (0.0664)	0.4269*** (0.081)	0.384*** (0.1346)	-
RATE	4.9831*** (1.1810)	3.4554*** (0.9465)	3.5078*** (0.8053)	4.4435*** (1.0086)	3.4588** (1.5688)	4.4743 (3.0174)	+/-
INCOME	1.1615*** (0.405)	0.6257* (0.3304)	0.7216** (0.3195)	0.751** (0.3764)	1.3916** (0.5362)	2.3063** (1.0314)	+
PERSONS	5.0339*** (0.5167)	3.2906*** (0.4414)	4.063*** (0.3951)	5.2575*** (0.5259)	6.612*** (0.7679)	6.1903*** (1.3379)	+
HOUSESIZE	0.8276*** (0.2995)	0.4116 (0.2925)	0.5504*** (0.1771)	0.6777** (0.2674)	0.4847 (0.4002)	0.803 (0.752)	+
VILLA	4.6087** (2.2045)	-2.7941 (2.3183)	-0.4392 (1.4779)	4.5955* (2.3717)	6.2949* (3.3288)	10.773 (6.8164)	+/-
APARTMENT	-7.458*** (2.1387)	-7.3964*** (2.1117)	-6.6631*** (1.2763)	-5.216** (2.1519)	-9.4353*** (3.0415)	-11.926* (6.316)	+/-
STANDBY	5.4858*** (1.1683)	3.483*** (0.9372)	3.886*** (0.822)	5.081*** (1.1219)	8.3302*** (1.468)	7.3119** (2.9616)	+
WASHMACHINE	1.4928* (0.8205)	1.9385*** (0.6472)	1.9348*** (0.6378)	2.2063*** (0.7566)	2.1164** (1.0637)	0.384 (1.8987)	+
AC	7.3041*** (1.4097)	3.7936*** (1.1673)	4.6796*** (1.1489)	7.1736*** (1.694)	8.2448*** (1.961)	9.9825*** (3.7982)	+
WATERHEAT	15.36*** (1.89)	0.8117 (2.0455)	6.5283*** (2.2361)	14.084*** (2.9214)	20.661*** (3.8788)	40.115*** (10.087)	+
EFFICICOSTU	-6.686*** (1.1886)	-2.918*** (1.0363)	-4.3859*** (0.8534)	-5.1824*** (1.0856)	-5.089*** (1.6602)	-11.842*** (3.7874)	-

<i>ELECTRICOOK</i>	3.9936*** (1.1832)	0.4767 (0.8736)	1.0643 (0.7611)	4.3386*** (0.9784)	6.2796*** (1.5134)	5.7985* (2.9726)	+
<i>CONS</i>	9.0844** (4.1847)	4.0725 (3.8559)	4.8522* (2.6994)	0.7068 (3.9002)	8.2969 (5.4882)	31.08*** (11.894)	
<i>N</i>	2156	2156	2156	2156	2156	2156	
<i>R²/PseudoR²</i>	0.26	0.12	0.16	0.17	0.21	0.2	
<i>F-test</i>	59.8	24.19	54.03	52.69	56.89	27.06	
<i>(p-value)</i>	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	

Notas: ***, **, *, denota significância estatística a 1, 5 e 10% respectivamente; *Bootstrapped standard errors* são reportados em parênteses; OLS; O resultado da regressão de Quantis resultam de 1000 *bootstrapping repetitions*.

Em geral os resultados são consistentes e robustos, respeitando o sinal esperado. Não se verificam alterações de sinais inter - quantis mas apenas de níveis de significância e de intensidade. O efeito das variáveis *AGE*, *PERSONS*, *STANDBY* e *AC* é consistentemente positivo e estatisticamente significativo ao longo de toda a distribuição condicional do custo mensal de electricidade, estando portanto essas variáveis correlacionadas com altos níveis de consumo de electricidade. Por sua vez, morar em apartamento e a consciência de ser um consumidor informado, contribuem para uma diminuição do custo mensal de electricidade. Este efeito é consistente e estatisticamente significativo para toda a distribuição condicional do custo.

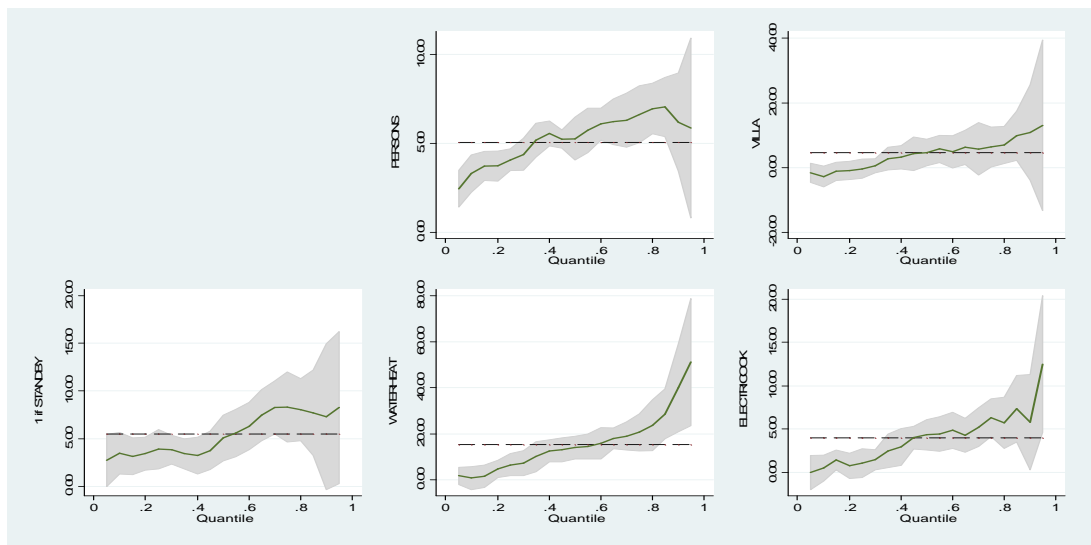
Apesar da clareza do sinal desses efeitos e da robustez dos resultados, em alguns casos a magnitude desses efeitos varia consoante o nível de custo de electricidade. Para outras variáveis, como por exemplo o aquecimento de águas pelo uso da fonte eléctrica, o efeito não é estatisticamente significativo para todos os quantis. Por isso, através de um teste F, testámos a estabilidade dos coeficientes para todos os quantis. Rejeitamos a hipótese nula de igualdade conjunta dos coeficientes para quantis condicionais diferentes, a um nível de significância de 1% (tabela 10), sugerindo que a metodologia da regressão de quantis é apropriada para a explicação do consumo mensal de electricidade. Além disso, testámos ainda a estabilidade de cada coeficiente individual, através de um teste de igualdade de coeficientes para cada variável. Rejeitamos a hipótese nula de igualdade dos coeficientes em diferentes quantis condicionais, para as variáveis *PERSONS*, *VILLA*, *STANDBY*, *WATERHEAT* e *ELECTRICOOK*.

Tabela 10 - Testes de igualdade dos coeficientes em diferentes quantis condicionais

	AGE	RATE	INCOME	PERSONS	HOUSESIZE	VILLA	APARTMENT
<i>F-test</i>	1.74	0.4	0.82	5.1***	0.29	2.24*	0.79
	STANDBY	WASHMACHINE	AC	WATERHEAT	EFFICICOSTU	ELECTRICCOOK	ALL
<i>F-test</i>	2.65**	0.35	1.52	7.75***	1.75	5.01***	5.64***

Notas: AME – Average marginal effect; ***, **, *, denota significância estatística de 1, 5 e 10% , respectivamente.

Apresentamos na figura 8 os coeficientes das variáveis cujo teste de estabilidade revela coeficientes diferentes entre quantis e os seus respectivos intervalos de confiança.

**Figura 8** - OLS e os coeficientes de regressão de quantis.

Notas: A linha tracejada representa a estimativa do parâmetro OLS. A área escura sombreada representa um intervalo de confiança de 95% para as estimativas dos parâmetros de regressão de quantis.

A opção pela tarifa TOU influencia positivamente o custo mensal de electricidade. Este resultado é consistente para todos os quantis, à excepção do quantil $\tau = 90^{th}$, onde o efeito não é estatisticamente significativo. A magnitude deste efeito é relativamente similar, com excepção do quantil $\tau = 50^{th}$.

Como esperado, confirma-se o efeito de rendimento implicar consumo, verificado por Matsukawa (2004) e Abrahamse e Steg (2009). Este efeito é consistente para todos os quantis e a magnitude do seu efeito é crescente, isto é, quanto maior for o rendimento tanto maior é o incentivo para maior consumo de electricidade. Já o número de pessoas no agregado familiar contribui positivamente para a custo mensal de electricidade (e.g., Yoo et al., 2007), mas este efeito perde intensidade no último quantil. Ao contrário de Abrahamse e Steg (2009) a idade do signatário do contrato de electricidade é estatisticamente significativo e influencia positivamente o gasto mensal. Este resultado é consistente em todos os quantis, mas a magnitude desse efeito positivo é relativamente pequeno.

O coeficiente da variável *WATERHEAT* é próximo de zero para os quantis mais baixos, aumentando o seu efeito para maiores níveis de custo mensal de electricidade. Já para a variável *STANDBY* a figura 8 mostra que o seu coeficiente é positivo em todo o intervalo de τ . O seu efeito é relativamente constante na primeira metade da distribuição, sendo a magnitude desse efeito substancialmente maior para segunda metade da distribuição condicional.

Alta temperatura de lavagem ajuda a explicar o custo mensal de electricidade até ao quantil $\tau = 75^{th}$ mas, a partir daí, esse efeito esgota-se e deixa de ser significativo na explicação de custos mais elevados de electricidade. O uso de AC é um dos factores que se revela estatisticamente significativo em todos os quantis. Esse efeito é consistente e positivo. Em conformidade com o sinal esperado. Resultado idêntico é obtido para a utilização de placas eléctricas.

Controlámos ainda para o efeito de natureza de conhecimento, nomeadamente na sua dimensão de consumidor informado. Verificámos que um consumidor ao considerar-se consumidor de electricidade eficiente, contribui para a redução da sua factura de electricidade. Este efeito é consistente e estatisticamente significativo a um nível de significância de 1% para toda a distribuição.

5. Discussão

Os resultados revelam grande consistência e robustez e os sinais das estimativas são, em geral, coincidentes com a literatura e com o esperado. Em geral a significância e o sinal das variáveis estudadas mantêm-se, mesmo quando é feito recurso a diferentes métodos.

O rendimento, o custo mensal com electricidade e o número de menores de idade, variáveis de natureza socioeconómica, contribuem positivamente para a escolha da tarifa TOU, enquanto que, o baixo nível de educação tem uma influência negativa.

A probabilidade de adesão a preços diferenciados de electricidade aumenta, tal como esperado, com a percentagem de menores de idade no agregado familiar. Controlando para o efeito da dimensão do agregado familiar, na poupança os resultados sugerem que um maior número de pessoas incentivará uma maior adaptação a novos hábitos de consumo e, como tal, permite obter poupanças com a alteração de tarifa.

No sentido oposto, os resultados indicam que os utilizadores com um baixo nível de instrução escolar tendem a ter maior propensão pelas tarifas planas. Deste modo, estes consumidores podem não estar a diminuir o consumo nas horas de pico, ou estando a fazê-lo, não estão a beneficiar desse facto, pois não possuem um tarifário que lhes permita obter

poupanças nos períodos de fora de pico. O efeito da formação universitária não é estatisticamente significativo, não permitindo confirmar os resultados de Faruqi e Sergici (2010).

Tal como Ek e Söderholm (2008) e Söderholm e Steg (2009), verificamos que o maior nível de rendimento incentiva a escolha por tarifa diferenciada, estando também associados consumos maiores e custos superiores. Um consumidor no escalão de rendimento mensal mais elevado tem uma probabilidade 0,1449 mais elevada de opção pela tarifa TOU, comparativamente a um consumidor no escalão de rendimento mais baixo, tendo também uma probabilidade de poupança 0,118 maior.

Analisando o efeito marginal do custo mensal com electricidade na opção do tarifário, verifica-se ser relativamente pequeno, de apenas 0,0015 inferior ao esperado. Por essa razão analisámos em pormenor os determinantes do custo mensal, controlando para diferentes níveis de custos, pelo recurso à regressão de quantis. Verifica-se que a opção por preços diferenciados de electricidade consoante o consumo seja feito em horas de pico e horas fora de pico influencia positivamente o custo. Podem existir aqui dois efeitos em simultâneo: i) o facto de os consumidores terem preços diferenciados de electricidade permite-lhes uma poupança de custo no consumo efectuado nas horas de fora de pico; e ii) o consumo em períodos de pico é mais caro, ao mesmo tempo que leva a maior utilização de electricidade pela ilusão de preço médio mais baixo. Este resultado sugere a predominância do segundo efeito, isto é, a opção pela tarifa TOU aumenta o consumo de electricidade, facto que poderá resultar do aumento do consumo efectivo de KWs de electricidade. Para famílias com um custo mensal de electricidade muito alto, o efeito da diferenciação de preço consoante o tempo de consumo não é estatisticamente significativo.

As características da habitação são importantes não só para explicar a opção pelas tarifas, mas também para a compreensão dos encargos mensais com electricidade. Habitações com um número maior de equipamentos eléctricos têm maior probabilidade de escolher uma tarifa TOU. Destaca-se a utilização de AC que aumenta a probabilidade de adesão ao tarifário com preços diferenciados em 0,0883. Um consumidor que consiga efectuar uma troca dos horários de utilização do AC, e passe a considerar o período de fora de pico como um dos de maior consumo, tem uma propensão superior de opção por esta tarifa de 0,5793. Controlando o seu efeito no consumo, como Faruqi (2005), verifica-se que a magnitude do efeito do AC é maior para encargos mensais com electricidade maiores. O mesmo se observa para a utilização de electricidade para o aquecimento de água. O aquecimento de água contribui com uma parte significativa do custo mensal de electricidade, nomeadamente para grandes níveis

de consumo. Já para o “início” da distribuição esse efeito não é estatisticamente significativo. Na verdade, este não é um resultado surpreendente, dado que os sistemas de aquecimento de água têm geralmente grande consumo de electricidade e, como tal, um custo mensal de electricidade baixo não pode ser explicado por essa variável. Este resultado ajuda a reforçar a ideia de robustez do modelo e adequabilidade da abordagem de quantis.

A utilização de equipamentos eléctricos eficientes, que reduzem a procura de electricidade, incentiva a opção pela tarifa TOU, uma vez que o preço mais elevado da electricidade nas horas de pico é minimizado pelo consumo mais eficiente que estes equipamentos permitem. Tendo encontrado significância ao nível do rendimento, este resultado sugere que consumidores com rendimentos mais baixos têm maior dificuldade na aquisição desses equipamentos eficientes. Desta forma, níveis de rendimento mais baixos tenderão a incentivar o uso de equipamentos mais baratos mas menos eficientes, desincentivando também a opção pela tarifa TOU.

O efeito positivo da dimensão da habitação no custo mensal de electricidade é estatisticamente significativo apenas para os quantis $\tau = 25^{th}, 50^{th}$. No primeiro quantil a justificação é evidente. Independentemente dos metros quadrados do local de consumo, existem custos fixos como o “encargo de potência”. No topo da distribuição o efeito desta variável de dimensão não é estatisticamente significante dado que, por um lado existe um limite razoável para o que será a dimensão de um local de habitação e, por outro, a dimensão por si só, e os seus custos associados como por exemplo a iluminação interior ou exterior, não contribuem para justificar elevados consumos de electricidade. O tipo de habitação, por seu turno, apresenta efeitos contrários. Quando comparados com o tipo vivenda geminada, um apartamento contribui para a diminuição do encargo mensal com electricidade, sendo este efeito consistente para todos os quantis. Um apartamento não implica alguns consumos, como iluminação exterior, mecanismos de portões e gastos associados com a manutenção do espaço exterior. Como seria de esperar, verifica-se que a intensidade deste efeito é maior no topo superior da distribuição, e é para um gasto médio que o efeito negativo é menor. Note-se que outros gastos inerentes a morar num apartamento, como despesas de condomínio, onde estão inseridas despesas de electricidade com, por exemplo, iluminação de espaços comuns e elevadores, não são controlados.

Os nossos resultados confirmam que o factor comportamental é relevante na opção tarifária. Os consumidores que maioritariamente consomem fora de pico aumentam a probabilidade de optar por uma tarifa TOU em 0,3056. Este resultado está de acordo com o

esperado, já que os consumidores desta forma conseguem beneficiar dos incentivos que estão subjacentes a este tarifário, contribuindo ao mesmo tempo para uma diminuição das cargas de pico. No entanto, os consumidores que consideram os horários de pico como mais relevantes no consumo, diminuem a propensão de adesão à tarifa TOU, pois o preço neste período é ligeiramente mais elevado que nas tarifas planas. A utilização de fogão ou placas eléctricas reduzem a propensão pelas tarifas TOU, dado que a utilização deste tipo de equipamentos ocorre principalmente nos períodos de pico do almoço e jantar, o que dificulta a alteração de hábitos e o efeito de troca de consumos desejado.

O uso de tomadas com interruptor que permitam desligar os aparelhos eléctricos evitando que permaneçam em *standby* é confirmado. Deixar os aparelhos em *standby* aumenta os encargos mensais com electricidade e este efeito é consistente ao longo de toda a distribuição condicional. A magnitude deste efeito é grande e é maior para o topo da distribuição, isto é, para os consumidores que mais consomem electricidade. Esta variável é das que revela um maior impacto no aumento do custo de electricidade, sendo ao mesmo tempo uma das que os consumidores mais facilmente conseguem influenciar, bastando para isso desligar a ficha.

Alterar hábitos com a mudança de tarifário é importante para aumentar as possibilidades de poupança. Quando um consumidor consegue alterar os hábitos de consumo, aumenta a probabilidade de conseguir uma redução de custos em 33%. Quando um consumidor altera a tarifa para uma tarifa TOU (o que aconteceu em 66%, dos casos), e consegue alterar os seus hábitos de consumo, aumenta as possibilidades de poupança em 0,2803.

Os resultados sugerem a importância da realização de campanhas de sensibilização e informação dos consumidores, tal como sugere Ek e Söderholm (2010), uma vez que os consumidores que revelam conhecimento do mercado têm maior propensão para reduzir o seu custo mensal com electricidade (ver Faruqui et al., 2010). Alterar os hábitos do consumidor poderá passar pela transmissão de mais conhecimento e mais informação acerca do mercado eléctrico.

O conhecimento e as atitudes ambientais são ambas importantes para determinar a escolha de tarifa. A percepção dos consumidores acerca dos custos diferentes de geração de electricidade consoante os períodos do dia, tem um impacto positivo na opção pela tarifa TOU. Ao questionar os consumidores se percebem o porquê das campanhas de sensibilização de troca de lâmpadas menos eficientes por outras mais eficientes, concluímos que os consumidores percebem que o consumo de electricidade diminui, o que por si só já reduz a procura de pico, tal como mostraram MacDonough e Kraus (2007). No entanto, apesar dessa consciência, a probabilidade de adesão à tarifa TOU diminui, dado que reduzem o custo de

electricidade, não pela diferenciação de preço, mas sim pela redução do consumo que essas lâmpadas implicam. Isto sugere que os incentivos poderão não estar a provocar os efeitos desejados, isto é, a redução de consumo não é fruto de mudança de hábitos e de períodos dos consumos, reduzindo a procura em pico, mas antes de simples alterações de equipamentos.

A probabilidade estimada de um consumidor, na média das variáveis, optar pela tarifa TOU é 41,6%, em oposição a optar pela tarifa plana que é 58,4%, existindo assim uma larga margem de expansão deste tarifário. As autoridades reguladoras poderão sensibilizar os consumidores para o custo elevado de produção em horas de pico, ao mesmo tempo que, através da concessão de incentivos, podem promover a adesão ao tarifário TOU. Os incentivos deverão ser redesenhados, no sentido de promover a efectiva alteração nos períodos de consumo, e com isso tornar atractiva de facto a adesão à tarifa TOU. Como os resultados mostram, a dimensão “conhecimento” revela-se importante na explicação da adesão às tarifas diferenciadas e, como tal, as políticas para esta *utility* deverão passar por melhorar essas características de informação e de conhecimento dos consumidores. Divulgar a informação sobre opções tarifárias em facturas poderá ser inconsequente, na medida em que o consumidor presta essencialmente atenção ao custo que terá de pagar, o que por si só cria já alguma desutilidade.

6. Conclusão

Este estudo contribui para o debate do problema do das políticas tarifárias. Contribuímos para a literatura estudando o mercado residencial de electricidade português. Para a prossecução dos objectivos traçados, foram recolhidos dados primários, através da elaboração de um inquérito que se verificou ser representativo do mercado residencial de electricidade português. Este método permitiu obter dados com qualidade, tendo em conta, o sinal das variáveis tendencialmente coincidentes com a literatura e a robustez dos resultados. O tratamento dos dados recolhidos foi efectuado recorrendo a modelos de variável dependente qualitativa e ao modelo de regressão de quantis, através do qual introduzimos uma outra forma de análise, ainda pouco explorada pela literatura. Com o modelo logit e logit ordenado, estudamos o perfil dos consumidores residenciais de electricidade, os determinantes que levam os consumidores a optarem por uma tarifa plana ou não plana e ainda as poupanças que um consumidor poderá conseguir com a alteração de tarifa. O modelo de quantis permitiu efectuar uma análise profunda ao custo mensal dos consumidores, não apenas aos

consumidores com gasto igual à média, mas também para os consumidores que se situam nos limites da distribuição.

Os resultados revelaram grande consistência e robustez, assim como os sinais esperados que coincidem em geral com a literatura e com o esperado. Verificamos que a opção tarifária dos consumidores está directamente ligada a factores de natureza sócio – económica, comportamentais, de conhecimento e ainda de acordo com os padrões meio ambientais dos consumidores. As características da habitação de cada consumidor também influenciam a escolha do consumidor. Notamos que a baixa escolaridade desincentiva a opção de tarifas não planas, enquanto, o número de pessoas no agregado familiar, a importância dos consumos realizados em horas de fora de pico e o rendimento incentivam positivamente o consumidor a optar por uma tarifa não plana. Foi ainda verificado que o facto de um consumidor ter conhecimento acerca do funcionamento do mercado de electricidade influi positivamente na opção de escolha de tarifas TOU. O conhecimento, a adaptação ao mercado e a alteração dos hábitos diários permite aumentar as possibilidades de poupança no custo mensal de electricidade.

O valor mais baixo que o esperado do efeito marginal da variável custo nos determinantes de escolha tarifária justificou a análise do encargo mensal com a electricidade para diferentes níveis, através do método de quantis. Daqui verificamos que o efeito aquecimento de água a electricidade é significativo e com maior magnitude nos quantis superiores. O mesmo acontece quanto à utilização de AC. Concluimos ainda que o efeito das características físicas do local de consumo, em particular a dimensão da habitação, apenas tem efeito estatisticamente significativo para custos mensais intermédios. No que respeita ao tipo de habitação, quando comparado com o tipo vivenda geminada, um apartamento contribui para a diminuição do encargo mensal com electricidade, sendo este efeito consistente para todos os quantis.

Estes resultados são importantes na definição de linhas orientadoras para políticas dirigidas ao mercado de electricidade, nomeadamente para a redução de custos médios de produção e racionalização da capacidade electroprodutora instalada.

Tornar compulsória a adesão às tarifas TOU de consumidores com potencial para provocar o *switching* de períodos de consumo é uma alternativa que importa avaliar numa investigação futura. Importa também perceber o comportamento deste segmento de mercado na relação com as energias renováveis, nomeadamente pela utilização de equipamentos eficientes.

Referências

- Abrahamse W, Steg, L. 2009. How do socio-demographic and psychological factors relate to households' direct and indirect energy use and savings?. *The Journal of Economic Psychology* 30, 711-720.
- Anderson J. A. 2009. Electricity Restructuring: A Review of Efforts around the World and the Consumer Response. *The Electricity Journal* 22(3), 70-86.
- Arkesteijn K, Oerlemans L. 2005. The early adoption of green power by Dutch households. An empirical exploration of factors influencing the early adoption of green electricity for domestic purposes. *Energy Policy* 33, 183 – 196.
- Baladi S. M, Herriges J. A, Sweeney, T. J. 1998. Residential response to voluntary time-of-use electricity rates. *Resource and Energy Economics* 20, 225 – 244.
- Dianshu F, Sovacool B. K, VU K. M. 2010. The barriers to energy efficiency in China: Assessing household electricity savings and consumer behavior in Liaoning Province. *Energy Policy* 38, 1202 – 1209.
- Dulleck U, Kaufmann S. 2004. Do customer information programs reduce household electricity demand?—the Irish program. *Energy Policy* 32, 1025 – 1032.
- Ek E, Söderholm P. 2008. Households' switching behavior between electricity suppliers in Sweden. *Utilities Policy* 16(4), 254–261.
- Ek E, Söderholm P. 2010. The devil is in the details: Household electricity saving behavior and the role of information. *Energy Policy* 38(3), 1578 – 1587.
- Faruqui A. George S. 2005. Quantifying Customer Response to Dynamic Pricing. *The Electricity Journal* 18(4), 53-63.
- Faruqui A, Sergici S. 2010. Household response to dynamic pricing of electricity – a survey of the empirical evidence. Working Paper, available at: <http://ssrn.com/abstract=1134132>
- Faruqui A, Hajos A, Hledik R.M, Newell S.A. 2010. Fostering economic demand response

-
- in the Midwest ISO. *Energy* 35(4), 1544-1552.
- Faruqui A, Hledik R, Tsoukalis J. 2009. The Power of Dynamic Pricing. *The Electricity Journal* 22(3), 42-56.
- Faruqui A, Sergici S, Sharif A. 2010. The impact of informational feedback on energy consumption – A survey of the experimental evidence. *Energy* 35(4), 1598-1608.
- Filippini M. 1995. Swiss residential demand for electricity by time-of-use. *Resource and Energy Economics* 17, 281 – 290.
- Gamble A, Juliusson E, Gärling T. 2009. Consumer attitudes towards switching supplier in three deregulated markets. *The Journal of Socio-Economics* 38(5), 814-819.
- Greene W. H. 2000. *Econometric Analysis*. Fourth edition. Prentice hall international editions;
- Halvorsen B, Larsen B. M. 2001. Norwegian residential electricity demand a microeconomic assessment of the growth from 1976 to 1993. *Energy Policy* 29, 227 – 236.
- Herter K. 2007. Residential implementation of critical-peak pricing of electricity. *Energy Policy* 35(4), 2121-2130.
- Herter K, Wayland S. 2010. Residential response to critical-peak pricing of electricity: California evidence. *Energy* 35(4), 1561 – 1567.
- Herter K, McAuliffe P. 2007. An exploratory analysis of California residential customer response to critical peak pricing of electricity. *Energy* 32(1), 25-34.
- Hill M. M, Hill A. 2005. *Investigação por Questionário*. 2ª Edição. Edições Sílabo;
- Hondroyannis G. 2004. Estimating residential demand for electricity in Greece. *Energy Economics* 26, 319 – 334.
- Koenker R, Bassett G. 1978. Regression Quantiles. *Econometrica* 46(1), 33-50.
- Koenker R, Hallock K. 2001. Quantile Regression. *Journal of Economic Perspectives* 15(4), 143-156.
-

-
- Long J. S. 1997. *Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables* (Advanced Quantitative Techniques in the Social Sciences). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Matsukawa I. 2001. Household Response to Optional Peak-Load Pricing of Electricity. *Journal of Regulatory Economics* 20(3), 249 – 267.
- Matsukawa I. 2004. The Effects of Information on Residential Demand of Electricity. *The Energy Journal* 25(1), 1-18.
- McDonough C, Kraus R. 2007. Does Dynamic Pricing Make Sense for Mass Market Customers?. *The Electricity Journal* 20(7), 26-37.
- Moreira J. M. 2004. *Questionários: Teoria e Prática*. Edição Almedina;
- Motta, M. 2004. *Competition Policy. Theory and Practice*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Mountain D. C, Lawson E. L. 1995. Some initial evidence of Canadian responsiveness to time-of-use electricity rates: Detailed daily and monthly analysis. *Resource and Energy Economics* 17, 189 – 212.
- Narayan P. K, Smyth R, Prasad A. 2007. Electricity consumption in G7 countries: A panel cointegration analysis of residential demand elasticities. *Energy Policy* 35, 4485 – 4494.
- Newsham G. R, Bowker B. G. 2010. The effect of utility time-varying pricing and load control strategies on residential summer peak electricity use: A review. *Energy Policy* 38, 3289 – 3296.
- Ortega M. P. R, Arriaga J, Abbad J, González, J. 2008. Distribution network tariffs: A closed question?. *Energy Policy* 36(5), 1712 – 1725;
- Pepall L, Richards D, Norman G. 2004. *Industrial Organization: Contemporary Theory and Empirical Applications*. 4th Edition. Addison Wesley.
- Pestana M. H, Gageiro J. N. 1998. *Análise de dados para ciências sociais*. Edições Sílabo;

-
- Räsänen M, Ruusunen J, Hämäläinen R. P. 1997. Optimal tariff design under consumer self-selection. *Energy Economics* 19(2), 151-167.
- Tanaka M. 2006. Real-time pricing with ramping costs: A new approach to managing a steep change in electricity demand. *Energy Policy* 34(18), 3634-3643.
- Tirole J. 1988. *The Theory of Industrial Organization*. Cambridge Mass.: MIT Press
- Viscusi W. K, JR J. E. H, Vernon J. M. 2005. *Economics of Regulation and Antitrust*. Fourth Edition. The MIT Press.
- Yoo S. H, Lee J. S, Kwak S. J. 2007. Estimation of residential electricity demand function in Seoul by correction for sample selection bias. *Energy Policy* 35, 5702 – 5707.

Outras Referências

- Comentários ao parecer Conselho Tarifário á “Proposta se tarifa de preços para a energia eléctrica e outros serviços em 2009”. ERSE;
- Estrutura Tarifária 2009. ERSE;
- Parecer Conselho Tarifário á Estrutura Tarifária de 2009 proposta pela ERSE;
- Tarifários para potência contratada até 20,7kVA (inclusive). EDP. 2009

Apêndice

- Inquérito desenhado para recolha de informação junto do consumidor residencial de electricidade, com potência contratada até 20,7 kVA. Disponibilizado on-line em: http://spreadsheets.google.com/viewform?hl=pt_PT&formkey=dFNOY01MSG0xSVRqTHo0RGFVQncwTkE6MA

Inquérito aos consumidores de electricidade

Para potência contratada até 20,7kVA inclusive

Objectivo: Recolher dados para um trabalho de investigação acerca dos consumidores de electricidade.

Agradecemos desde já a sua colaboração, informando ainda que o inquérito é absolutamente anónimo e aos dados individuais recolhidos garantimos absoluta confidencialidade.

Assinale com uma cruz a sua opção:

1. Informação geral:

Tarifa Contratada: Tarifa simples ☐ Tarifa bi-horária ☐ Tarifa tri-horária ☐
Ciclo Horário: Ciclo Diário ☐ Ciclo Semanal ☐

Nas horas do dia onde há mais consumo os custos de produção aumentam, daí os preços serem mais elevados!
Maior consumo —————> Maiores custos de produção —————> Aumento do preço

- 1.1. Sabia que o custo de produção de electricidade é diferente ao longo do dia? Sim ☐ Não ☐
1.2. Sabe quais as razões para a EDP incentivar a utilização de lâmpadas de baixo consumo? Sim ☐ Não ☐
1.3. Sabe quais as razões de em certas horas do dia algumas centrais de produção de electricidade, como as barragens, estarem paradas? Sim ☐ Não ☐
1.4. Possui a modalidade conta certa EDP? Sim ☐ Não ☐
1.5. Qual a mensalidade da sua factura de electricidade? Sim ☐ Não ☐

2. Estrutura e enquadramento social do agregado familiar

- 2.1. Concelho de Residência Código Postal
2.2. Número de elementos do agregado familiar
2.3. Número de pessoas no agregado familiar com idade até 18 ano
2.4. Idade
2.5. Profissão do titular do contrato de fornecimento de electricidade:

Profissões existentes nos elementos agregado familiar	Marque com X
Forças armadas e militarizadas	<input type="checkbox"/>
Matemático	<input type="checkbox"/>
Economista	<input type="checkbox"/>
Contabilista	<input type="checkbox"/>
Advogado	<input type="checkbox"/>
Pessoal docente Ensino Universitário	<input type="checkbox"/>
Veterinário, Biólogo, Agrónomo	<input type="checkbox"/>
Enfermeiro	<input type="checkbox"/>
Engenheiro	<input type="checkbox"/>
Arquitecto	<input type="checkbox"/>
Médico	<input type="checkbox"/>
Pessoal docente não afecto Ensino Universitário	<input type="checkbox"/>
Escritor, Crítico, Artista, Jornalista	<input type="checkbox"/>
Quadro dirigente	<input type="checkbox"/>
Agente Comercial, Vendedor	<input type="checkbox"/>
Comerciante	<input type="checkbox"/>
Magistrado e Outros Juristas	<input type="checkbox"/>
Outra. Qual?	<input type="checkbox"/>

2.6.

Rendimento Mensal Agregado Familiar					
0€ - 500€	<input type="checkbox"/>	501€ - 1000€	<input type="checkbox"/>	1001€ - 1500€	<input type="checkbox"/>
1501€ - 2000€	<input type="checkbox"/>	2001€ - 2500€	<input type="checkbox"/>	+ De 2500€	<input type="checkbox"/>

2.7.

Modo como os elementos agregado familiar exercem a profissão	Marque com X
Patrão Empregador	<input type="checkbox"/>
Trabalhador por conta própria	<input type="checkbox"/>
Trabalhador por conta outrem	<input type="checkbox"/>
Outro	<input type="checkbox"/>

2.8.

Nível ensino elementos agregado familiar	Marque com X
1º Ciclo (4º Ano)	<input type="checkbox"/>
2º Ciclo (6º Ano)	<input type="checkbox"/>
3º Ciclo (9º Ano)	<input type="checkbox"/>
Secundário	<input type="checkbox"/>
Bacharelato	<input type="checkbox"/>
Licenciatura	<input type="checkbox"/>
MBA	<input type="checkbox"/>
Pós Graduação	<input type="checkbox"/>
Mestrado	<input type="checkbox"/>
Doutoramento	<input type="checkbox"/>

3. Caracterização da Habitação

3.1. Tipo de Habitação	Apartamento	<input type="checkbox"/>	Vivenda	<input type="checkbox"/>	Vivenda Geminada	<input type="checkbox"/>	Outro	<input type="checkbox"/>
------------------------	-------------	--------------------------	---------	--------------------------	------------------	--------------------------	-------	--------------------------

3.2. Regime Ocupação	Proprietário	<input type="checkbox"/>	Arrendatário	<input type="checkbox"/>	Alojamento cedido gratuito	<input type="checkbox"/>
----------------------	--------------	--------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------	--------------------------

3.3. Dimensão Habitação (m²)	0 - 15	<input type="checkbox"/>	15-30	<input type="checkbox"/>	30-45	<input type="checkbox"/>	45-50	<input type="checkbox"/>	50-65	<input type="checkbox"/>	65-80	<input type="checkbox"/>
	80-100	<input type="checkbox"/>	100-150	<input type="checkbox"/>	150-200	<input type="checkbox"/>	200-300	<input type="checkbox"/>	300-500	<input type="checkbox"/>	+ 500	<input type="checkbox"/>

3.4. Piscina	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Dimensão (m²)	Até 30	<input type="checkbox"/>	30-60	<input type="checkbox"/>	+ 60	<input type="checkbox"/>
--------------	-----	--------------------------	-----	--------------------------	---------------	--------	--------------------------	-------	--------------------------	------	--------------------------

3.5. Jardim	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Dimensão (m²)	Até 35	<input type="checkbox"/>	35-70	<input type="checkbox"/>	+ 70	<input type="checkbox"/>
-------------	-----	--------------------------	-----	--------------------------	---------------	--------	--------------------------	-------	--------------------------	------	--------------------------

3.6. Terreno cultivo	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Dimensão (m²)	Até 50	<input type="checkbox"/>	50-100	<input type="checkbox"/>	+ 100	<input type="checkbox"/>
----------------------	-----	--------------------------	-----	--------------------------	---------------	--------	--------------------------	--------	--------------------------	-------	--------------------------

3.7. Potência utilizada com maquinas eléctricas quando o cultivo do terreno e do jardim	0W – 500W	<input type="checkbox"/>	500W - 1000W	<input type="checkbox"/>	1000W - 2000W	<input type="checkbox"/>	2000W - 3000W	<input type="checkbox"/>	+ De 3000W	<input type="checkbox"/>
---	-----------	--------------------------	--------------	--------------------------	---------------	--------------------------	---------------	--------------------------	------------	--------------------------

3.8. Sistema automático rega	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	-----	--------------------------	-----	--------------------------

3.9.

Período horário de segunda a sexta-feira de maior utilização de energia eléctrica		Período horário no fim-de-semana de maior utilização de energia eléctrica	
8:00h – 10:30H		8:00h – 10:30H	
10:30h – 13h		10:30h – 13h	
13h – 18h		13h – 18h	
18h – 19:30h		18h – 19:30h	
19:30h – 22h		19:30h – 22h	
22h – 8h		22h – 8h	

4. Electrodomésticos da habitação

4.1. Seleccionar os electrodomésticos que dispõe a sua habitação (assinale com X)

<u>Cozinha</u>	
Fogão ou placas eléctricas	<input type="checkbox"/>
Forno Eléctrico	<input type="checkbox"/>
Microondas	<input type="checkbox"/>
Frigorífico com uma porta	<input type="checkbox"/>
Frigorífico com duas portas	<input type="checkbox"/>
Máquina de lavar loiça	<input type="checkbox"/>
<u>Outros</u>	
Máquina de lavar roupa	<input type="checkbox"/>
Máquina de secar roupa	<input type="checkbox"/>
Televisão	<input type="checkbox"/>
Vídeo/DVD/Home Cinema	<input type="checkbox"/>
Aparelhos Hi-Fi	<input type="checkbox"/>
Computador	<input type="checkbox"/>
Impressora/Scanner/Fax	<input type="checkbox"/>
Desumidificador	<input type="checkbox"/>
Consola de Jogos	<input type="checkbox"/>
Aspirador	<input type="checkbox"/>
Ferro de Engomar	<input type="checkbox"/>
Alarmes	<input type="checkbox"/>
Bomba elevatória de água	<input type="checkbox"/>

4.2. Que temperatura média de água utiliza para lavar a sua roupa?

< 30	<input type="checkbox"/>	30-40	<input type="checkbox"/>	40-60	<input type="checkbox"/>	> 60	<input type="checkbox"/>	NS/NR	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	-------	--------------------------	-------	--------------------------	------	--------------------------	-------	--------------------------

4.3. Climatização e aquecimento de água (indicar os que possui)

Ventoinha	<input type="checkbox"/>
Aquecimento local	<input type="checkbox"/>
Aquecimento central	<input type="checkbox"/>
Ar condicionado portátil	<input type="checkbox"/>
Ar condicionado convencional	<input type="checkbox"/>
Ar condicionado inverter	<input type="checkbox"/>
Esquentador	<input type="checkbox"/>
Caldeira	<input type="checkbox"/>
Cilindro	<input type="checkbox"/>

5. Responder caso a sua habitação tenha ar condicionado:

- 5.1. Qual o tipo de ar condicionado? Convencional ☐ Inverter ☐
- 5.2. Qual é a maior função do seu ar condicionado? Refrigeração ☐ Aquecimento ☐ Ambas ☐
- 5.3. Qual a temperatura média do seu ar condicionado no Verão? E no Inverno?
- 5.4. Dos seguintes períodos qual ou quais aqueles onde utiliza mais o ar condicionado?
- 8:00h – 10:30H ☐ 10:30h – 13h ☐ 13h – 18h ☐ 18h – 19:30h ☐ 19:30h – 22h ☐ 22h – 8h

6. Possuindo outros tipos de aquecimento ou refrigeração central a electricidade qual ou quais os períodos de maior utilização?

8:00h – 10:30H ☐ 10:30h – 13h ☐ 13h – 18h ☐ 18h – 19:30h ☐ 19:30h – 22h ☐ 22h – 8h ☐

7. Eficiência Energética

- 7.1. A sua habitação possui certificação energética? Sim ☐ Não ☐

- 7.2. Se sim qual a classe energética?

A+	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	A-	<input type="checkbox"/>	B	<input type="checkbox"/>	B-	<input type="checkbox"/>	C	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	F	<input type="checkbox"/>	G	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	---	--------------------------	----	--------------------------	---	--------------------------	----	--------------------------	---	--------------------------	---	--------------------------	---	--------------------------	---	--------------------------	---	--------------------------

- 7.3. Quando compra electrodomésticos tem em atenção o seu nível de consumo? Sim ☐ Não ☐

- 7.4. Vê a classe energética em que esse electrodoméstico se enquadra? Sim ☐ Não ☐

- 7.5. Qual o tipo de lâmpadas que utiliza na sua habitação? (assinale com X)

Tradicionais	<input type="checkbox"/>
Halogéneo	<input type="checkbox"/>
Fluorescentes	<input type="checkbox"/>
Fluorescentes compactas	<input type="checkbox"/>
Outras	<input type="checkbox"/>
Não Sabe	<input type="checkbox"/>

- 7.6. Deixa os aparelhos electrónicos em *standby*? Sim ☐ Não ☐

7.7. Procura utilizar na sua habitação aparelhos com consumo eficiente de electricidade? Sim ☐ Não ☐

7.8. Qual a estação do ano de maior consumo?

Verão ☐ Outono ☐ Inverno ☐ Primavera ☐

7.9. E o mês, ou meses?

8. Tarifas - Informação acerca das tarifas existentes em Portugal, para potência contratada até 20,7kVA, á data de 12-12-09:

Tarifas	Simples		Bi-Horária		Tri-Horária	
Período	Período Único	0,1211€	Fora do Vazio	0,1233€	Ponta	0,1357€
					Cheio	0,1198€
			Vazio	0,0663€	Vazio	0,0663€

8.1. Qual a **potência** contratada junto do fornecedor de electricidade, em kVA?

2.30 <input type="checkbox"/>	3.45 <input type="checkbox"/>	4.60 <input type="checkbox"/>	5.75 <input type="checkbox"/>	6.90 <input type="checkbox"/>	10.35 <input type="checkbox"/>	13.80 <input type="checkbox"/>	17.25 <input type="checkbox"/>	20.70 <input type="checkbox"/>
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

8.2. Acha que a potência que contratou se adequa ao seu consumo? Sim ☐ Não ☐

8.3. Em caso de *resposta negativa* acha que necessitaria de **Mais** ☐ ou **Menos** ☐ potência.

8.4. **Caso tenha uma tarifa simples:**

8.4.1. Já conhecia a tarifa bi-horária? Sim ☐ Não ☐ E tri-horária? Sim ☐ Não ☐

8.4.2. O preço com os encargos da potência influencia a não adesão a uma tarifa bi ou tri horária?
Sim ☐ Não ☐

8.5. **Caso tenha uma tarifa simples ou bi-horária:**

8.5.1. Conhece a tarifa tri-horária? Sim ☐ Não ☐

8.5.2. Pondera uma alteração para a tarifa tri-horária com os planos de preço acima indicados na tabela?
Sim ☐ Não ☐

Em caso de resposta negativa:

8.5.3. Uma maior diferenciação de preço entre as horas de ponta e cheio poderá levá-lo a aderir á tarifa tri-horária? Sim ☐ Não ☐

8.5.4. Quais as tarifas que sugeria para uma possível adesão?

Tarifas	Bi-Horária		Tri-Horária	
Período	Fora do Vazio	0,1233€	Ponta	
			Cheio	
	Vazio	0,0663€	Vazio	

8.5.5. Há quanto tempo é cliente da tarifa actual?

8.6. **Se alterou o seu contrato de uma tarifa simples para uma bi-horária ou tri-horária:**

8.6.1. Poupou na factura mensal com electricidade? Sim ☐ Não ☐

8.6.2. Qual a redução?

8.6.3. Alterou os seus hábitos de consumo de energia eléctrica? Sim ☐ Não ☐

8.6.4. Alterou as horas de maior consumo? Sim ☐ Não ☐

8.7. Se alterou o seu contrato de uma tarifa bi-horária para uma tri-horária:

8.7.1. Poupana na factura mensal com electricidade? Sim ☐ Não ☐

8.7.2. Qual a redução?

8.7.3. Alterou os seus hábitos de consumo de energia eléctrica? Sim ☐ Não ☐

8.7.4. Alterou as horas de maior consumo? Sim ☐ Não ☐

9. Nos últimos 12 meses adquiriu nova tecnologia que o ajude a poupar electricidade, nomeadamente equipamentos informáticos com sistemas de poupança de electricidade “Energy Star”?

Sim ☐ Não ☐

10. Aderiu a sistemas de energias renováveis? (assinale com X)

Sistemas de energia solar	<input type="checkbox"/>
Sistemas de energia solar foto voltaicos	<input type="checkbox"/>
Sistemas de energia solar térmica	<input type="checkbox"/>
Sistema energia eólica	<input type="checkbox"/>
Outro	<input type="checkbox"/>
Não Sabe	<input type="checkbox"/>

11. Considera-se um consumidor eficiente? Sim ☐ Não ☐

12. Qual o custo mensal com electricidade?

O inquérito chegou ao fim. Agradeço a sua disponibilidade e colaboração!
