UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

Estudo da relação entre o consumo de água e energia ao nível do utilizador final

Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil

Diana Filipa Gouveia de Matos Faria

Orientador: Ana Cristina Ribeiro Afonso de Matos Coutinho

Coorientador: Ana Cristina Briga de Sá

Vila Real, 2016

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

Estudo da relação entre o consumo de água e energia ao nível do utilizador final

Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil

Diana Filipa Gouveia de Matos Faria

Orientador: Ana Cristina Ribeiro Afonso de Matos Coutinho

Coorientador: Ana Cristina Briga de Sá

Composição do Júri:

Vila Real, 2016

Dissertação submetida à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob orientação científica da Professora Doutora Ana Cristina Ribeiro Afonso de Matos Coutinho e da Professora Doutora Ana Cristina Briga de Sá, docentes do Departamento de Engenharias, da Escola de Ciências e Tecnologia, da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

AGRADECIMENTOS

Às Professoras Doutoras Ana Cristina Ribeiro Afonso de Matos Coutinho e Ana Cristina Briga de Sá, por me terem inspirado e aberto horizontes em termos da temática água-energia, agradecendo a disponibilidade e incentivo constante ao longo desta investigação.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais, irmãos e cunhado, que constituíram a base daquilo que sou hoje. Agradeço por todo o apoio, paciência e encorajamento que me dedicaram.

Aos meus amigos, que me ajudaram a ultrapassar os momentos menos bons, transmitindo-me toda a sua alegria, carinho e incentivo.

Por último, a todos aqueles que, de alguma forma contribuíram e tornaram exequível a realização deste estudo.

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Projeto POCI-01-0145-FEDER-016730 (PTDC/AAG-REC/4700/2014), com a designação ENERWAT: Da água à energia: Caracterização, modelação e medidas para a diminuição dos consumos domésticos urbanos e rurais, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia e co-financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do COMPETE 2020 – Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI).

RESUMO

A tendência evolutiva do consumo de água e energia elétrica, nos diversos domínios da vida, tem levantado a problemática da escassez destes recursos, tornando-se urgente a sua gestão mais sustentável. O consumo doméstico de água e de energia elétrica aparece frequentemente associado sendo pertinente analisar de que forma determinadas estratégias de utilização destes recursos poderá repercutir-se na eficiência dos mesmos.

O objetivo desta dissertação consistiu na caracterização, medição e análise do consumo de água e energia elétrica numa habitação unifamiliar (período de 2 meses) de forma a encontrar uma relação de interdependência entre os consumos ao nível do utilizador final. Elaborou-se um inquérito para caracterizar a habitação e o agregado familiar residente. Foi recolhida e analisada uma amostra de cerca de 200 banhos, divididos por 4 cenários distintos e 50 lavagens das máquinas de lavar roupa e louça. O consumo de energia elétrica foi verificado no termoacumulador em função da temperatura fixada neste, enquanto o consumo de água foi verificado no contador da água em função da presença/ausência de redutores de caudal assim como da duração de cada banho. No caso dos banhos, a relação entre as duas variáveis foi estudada em 4 cenários distintos: C1-redutor de caudal e temperatura fixada de 60ºC; C2-redutor de caudal e temperatura fixada de 75ºC; C3- sem redutor de caudal e temperatura fixada de 75ºC; C4- sem redutor de caudal e temperatura fixada de 60ºC.

Os resultados indicaram que a presença de redutor de caudal faz diminuir o consumo elétrico ($p<0.05$) e o consumo de agua ($p<0.001$), no entanto, faz aumentar a duração dos banhos ($p<0.05$). Uma menor temperatura implicou uma diminuição do consumo de energia elétrica, assim como um menor consumo de agua ($p<0.05$) e uma menor duração dos banhos ($p<0.001$). A combinação da presença de redutor de caudal e da temperatura de 60ºC fixada no termoacumulador, teve uma influência significativa sobre o consumo de luz ($p<0.01$) e sobre o tempo dos banhos ($p<0.01$) não tendo influência sobre o gasto de agua ($p>0.05$).

A sustentabilidade dos recursos hídricos e energéticos passa pela utilização eficiente dos mesmos. Assim, conclui-se que a utilização de ferramentas como redutores de caudal e/ou a diminuição da temperatura da água pode diminuir o consumo de energia elétrica.

Palavras-Chave: consumos domésticos, relação água-energia.

ABSTRACT

The evolutionary trend for water and electric energy consumption in many areas of life, has been raising the problem of these resources lack, making it urgently to manage them on a sustainability way. Domestic consumption of water and electric energy usually are related, being even more relevant to analyse how certain strategies using these resources may be reflected in effectiveness.

The goal of this dissertation consisted in characterization, measurement and analysis of the water and electricity consumption in a single family housing (2 months period) in order to find an interdependent relationship between consumption at the end user level. An enquire was made to characterize housing and the resident household. Was collected and analysed a sample of about 200 baths, divided by 4 different scenarios and 50 washings of washing machines and dishwashers. In the case of baths, the relationship between the two variables was studied in 4 distinct scenarios: C1- flow reducer and fixed temperature of 60ºC; C2- flow reducer and temperature set to 75ºC; C3- without flow reducer and temperature set to 75ºC; C4- without flow reducer and fixed temperature of 60ºC.

The statistical study, at the mean study data showed that the presence of flow reducers induced the decrease of power consumption ($p<0.05$) and water consumption ($p<0.001$), but induced the increase of the duration of bath ($p<0.05$). Defining a lower temperature in water-heater revealed decrease in electricity consumption, and water consumption ($p<0.05$) and a shorter duration of baths ($p<0.001$). The combination of influence flow reducer and 60ºC temperature had a statistical significance influence on energy consumption ($p<0.001$), on the duration of baths ($p<0.01$) but had no influence on water consumption ($p > 0.05$).

The sustainability of water and energy resources goes through the efficient use of them. Thus, it is concluded that the use of tools such as flow reducers and / or decrease the water temperature can decrease electric power consumption

Key-words: domestic consumption, relation water-energy.

ÍNDICE

RESUMO ..... **ii**
ABSTRACT ..... **iii**
ÍNDICE DE FIGURAS ..... **iii**
ÍNDICE DE TABELAS ..... **iv**
ÍNDICE DE GRÁFICOS ..... **v**
1)INTRODUÇÃO E ENQUADRAMENTO **6**
1.1) Objetivos **7**
1.2) Organização do trabalho **7**
2) CONSUMOS DOMÉSTICOS DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA **1**
2.1) Consumo doméstico de água **1**
2.2) Consumo doméstico de energia elétrica **3**
2.3) O consumo de energia no ciclo de utilização da água **6**
2.4) Caracterização dos consumos **7**
2.4.1) Aquecimento e arrefecimento de água 7
2.4.2) Duches/banhos 9
2.4.3) Torneiras 10
2.4.4) Máquina de Lavar roupa 10
2.4.5) Máquina de Lavar louça 13
2.5) Fatores e variáveis intervenientes na relação entre o consumo de água e energia **15**
2.5.1) Preço e tarifas da água e da luz 16
2.5.2) Composição do agregado familiar 19
2.5.3) Caraterísticas do alojamento 23
2.5.4) Características sócio-económicas do agregado 24
2.5.5) Fatores climáticos e sazonalidade 27
3) CASO DE ESTUDO: CARACTERIZAÇÃO DOS CONSUMOS DE ÁGUA E ENERGIA NUMA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR **31**
3.1) Introdução **31**
3.2) Metodologia **31**
3.2.1) Inquérito 31
3.2.2) Medição dos consumos 32
3.3) Análise e discussão dos resultados **34**

3.3.1) Resultados obtidos através do inquérito 34
3.3.1.1) Parte I – Caracterização do agregado familiar e do alojamento 34
3.3.1.2) Parte II – Consumos interiores e exteriores 36
3.3.1.3) Parte III – Tipos de abastecimento de água 37
3.3.1.4) Parte IV – Hábitos de poupança de água e energia elétrica 37
3.3.2) Medição dos consumos 38
3.3.2.1) Banhos 39
3.3.2.2) Máquinas de lavar 44
..... 45
3.3.2.3) Relação entre o consumo de água e energia e a duração do banho 45
3.3.3) Relação entre o consumo de água e o consumo de energia 47
3.3.3.1) Banhos 47
3.3.3.2) Máquinas de lavar 51
3.3.4) Síntese dos Resultados 52
4) CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS 53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 55
ANEXO I A1
ANEXO II A12
ANEXO III A17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do consumo doméstico de água estimada (com e sem usos exteriores) (Almeida, M. et al., 2006). 2
Figura 2 - Consumo de eletricidade por setor (Adaptada: IEA, 2016) 4
Figura 3 - Evolução do consumo de eletricidade no sector doméstico em Portugal entre 1991 e 2013, em kWh (Fonte: Eurostat em Ferreira, J., 2015) 4
Figura 4 - Distribuição do consumo de energia (tep) no alojamento por tipo de energia e tipo de utilização, Portugal - 2010 (Fonte: INE, 2010) 5
Figura 5 - Distribuição do consumo de energia (%) na habitação, por tipo de uso e fonte de energia - 2010 (Fonte: INE, 2010) 5
Figura 6 - Repartição de consumos de eletricidade para uso final no sector doméstico em Portugal (Adaptado: Morais,L.V., 2009) 6
Figura 7 - Esquema típico de uma utilização de água quente (Adaptado: Koeller e Company, 2007) ... 8
Figura 8 - Ciclos de lavagem a baixa temperatura (30ºC) e a temperatura elevada (60ºC) (Fonte: DGEG, 2004) 11
Figura 9 - Consumo médio dos ciclos de lavagem das máquinas de lavar roupa (Fonte: DGEG,2004)12
Figura 10 - Diagrama de carga média das máquinas de lavar roupa (Fonte: DGEG,2004). 13
Figura 11 - Ciclo típico da máquina de lavar louça (DGEG, 2004) 14
Figura 12- Diagrama de carga média das máquinas de lavar louça (Fonte: DGEG, 2004) 15
Figura 13 - Relação entre o tipo de família residente e os consumos finais de água (Adaptado: Willis *et al.* (2009)) 21
Figura 14 - Impacto do rendimento familiar no consumo de água, na Austrália (Adaptado: Willis *et al.* 2009) 25
Figura 15 - Duração média de um duche (em minutos) (Ferreira, F. (2012)) 26
Figura 16 - Numero medio de duche (Fonte: Ferreira, F. (2012)) 26
Figura 17 - Impacto da temperatura ambiente diária nos consumos de energia, no Inverno (Adaptado: Bouchelle, M.P. *et al.*, 2000) 29

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo anual médio de energia em água quente doméstica por habitação nas diferentes regiões de Espanha (Fonte:Gutierrez-Escolar, A. *et al.*, 2014) 7
Tabela 2 - Classificação energética das máquinas de lavar roupa (Fonte: DGEG, 2004) 12
Tabela 3 - Classificação energética das máquinas de lavar louça (DGEG, 2004).....14
Tabela 4 - Características do alojamento descritas por diversos autores (Fonte: Hobson e Jeffrey, 2004).....23
Tabela 5 - Fator de forma de um edifício (Fonte: Morais (2009) citando Green buldings, 2008).....24
Tabela 6 -Caracterização dos quatro cenários de estudo. 33
Tabela 7 - Ocupação da habitação ao longo do dia, durante a semana.....35
Tabela 8 - Média e Desvio Padrão dos quatro cenários.....41
Tabela 9 - Valores de consumo (media ± desvio padrão (μ±ν)) de energia elétrica (kWh), àgua (lts) e duração dos banhos (min.) 43
Tabela 10 - Média e Desvio Padrão das máquinas de lavar 45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Consumos médios de água (%) por tipo de utilização.....38
Gráfico 2 - Consumo de Energia Elétrica (%) por tipo de utilização 38
Gráfico 3 - Consumo de água (m^3) nos Cenários 1, 2, 3 e 4.....39
Gráfico 4 - Consumos de Energia Elétrica (kWh) nos Cenários 1, 2, 3 e 4. 40
Gráfico 5 - Valores médios dos consumos domésticos e da duração dos banhos. 41
Gráfico 6 - Valores médios dos consumos em l/min e kWh/m^3, nos quatro cenários. 42
Gráfico 7 - Consumos de água na MLL e na MLR 44
Gráfico 8 - Consumo de Energia Elétrica (kWh) na MLL e na MLR. 44
Gráfico 9 - Valores médios dos consumos domésticos de água e energia elétrica na utilização da MLL e da MLR. 45
Gráfico 10 - Valores médios dos consumos em kWh/m^3, na MLL e na MLR. 45
Gráfico 11 - Relação entre a duração do banho (min) e o Consumo de água (m^3) nos Cenários 1, 2, 3 e 4. 46
Gráfico 12 - Relação entre a duração do banho (min) e o consumo de energia elétrica (kWh) nos Cenários 1, 2, 3 e 4.....46
Gráfico 13 - Relação entre os consumos de água (m^3) e os consumos de energia elétrica (kWh) nos Cenários 1, 2, 3 e 4. 47
Gráfico 14 - Cenários 1 e 2, com redutores com temperatura no termoacumulador diferente. 48
Gráfico 15 - Cenários 3 e 4, sem redutores com temperatura no termoacumulador diferente. 49
Gráfico 16 - Cenários com a mesma temperatura no termoacumulador (60ºC), C1RT60 com redutor de caudal e C4T60 sem redutor.....49
Gráfico 17 - Cenários com a mesma temperatura no termoacumulador (75ºC), C2RT75 com redutor de caudal e C3T75 sem redutor.....50
Gráfico 18 - Relação entre os consumos de água (m^3) e os consumos de energia elétrica (kWh) na MLL.....51
Gráfico 19 - Relação entre os consumos de água (m^3) e os consumos de energia elétrica (kWh) na MLR 51

1)INTRODUÇÃO E ENQUADRAMENTO

O homem consome e utiliza os recursos de água e energia nos diversos domínios da sua vida, nomeadamente na produção/confeção de alimentos, para sua higiene pessoal, no saneamento e em vários outros usos industriais e domésticos. Ao nível da água os consumos domésticos no interior da habitação incluem os duches, os banhos, as torneiras, as descargas sanitárias, as máquinas de lavar louça e roupa.

Segundo Gleick (1996), a água é um recurso estratégico ao nível de desenvolvimento de um país e, como tal, deve ser acautelado o seu uso eficiente, proporcionando não só a sua preservação, mas também daí decorrente uma poupança energética, financeira e ambiental. O mesmo autor refere ainda que a crescente procura de água impulsionada pelo desenvolvimento das populações tem proporcionado o aumento do consumo de energia.

A água e a energia são dois recursos cuja interdependência tem sido alvo de atenção crescente por parte da comunidade científica, bem como pela comunidade em geral. O conhecimento da relação entre ambos é fundamental para alcançar uma gestão sustentável dos recursos. No último século verificou-se um aumento da população, acompanhado de uma sobre-exploração dos recursos hídricos e consequente alteração do clima, o que se reflete numa crescente necessidade de fazer a planificação e a gestão conjunta dos sistemas, nomeadamente o sistema da água e da energia, que antes eram encarados como independentes. Gregório & Martins (2011), salientam que existe uma intrínseca interdependência entre estes sistemas, que se torna mais complexa à medida que a crise energética e os impactes das alterações climáticas se intensificam e contribuem para transformações dos padrões de consumo dos mesmos.

O *nexus* água-energia, ou seja, a relação interdependente entre água e energia, tem sido reconhecido como um conceito abrangente para melhorar as práticas de gestão dos mesmos (Vieira, A.S. & Ghisi, E. 2016; Hoover, J.H. & Scott, C.A. 2009).

O conhecimento sobre os fatores mais relevantes que influenciam os consumos domésticos, a nível hídrico e energético, constitui uma ferramenta fundamental para o planeamento, operação e manutenção eficiente da sua distribuição e disponibilidade (Loureiro, D. *et al.* 2008).

A utilização eficiente de energia é fundamental na implementação de princípios de sustentabilidade, sendo uma das prioridades da política energética europeia. Em Portugal, o sector residencial em 2013 representou 16,7% do consumo final de energia, sendo que 27,2%

se tratava do consumo de energia elétrica. É então, este sector aquele que apresenta maior potencial para que medidas de eficiência energética sejam implementadas (Ferreira, J. 2015).

Neste contexto, o trabalho aqui apresentado pretende contribuir para o conhecimento da relação entre os consumos de água e de energia.

1.1) Objetivos

O objetivo do presente trabalho consiste na caracterização, medição e análise do consumo de água e energia elétrica numa habitação unifamiliar, de forma a encontrar uma relação entre os consumos. Vai incidir-se na medição e análise destes consumos em banhos e nas máquinas de lavar roupa e louça uma vez que estes constituem, a nível doméstico interior, as utilizações onde se espera uma maior relação entre o consumo de água e energia.

1.2) Organização do trabalho

A presente dissertação de Mestrado compreende uma primeira parte onde é feita uma revisão bibliográfica sobre o tema e conceitos em estudo, nomeadamente: consumo doméstico de água; consumo doméstico de energia elétrica; consumo de energia no ciclo de utilização de água; caracterização dos consumos e os fatores e variáveis intervenientes na relação entre o consumo de água e de energia.

Seguidamente, numa segunda parte é apresentado o caso de estudo onde é feita a caraterização dos consumos de água e energia numa habitação unifamiliar.

Neste seguimento é feita a descrição da metodologia (inquérito e medição dos consumos), análise dos resultados e discussão dos mesmos.

Por último, apresenta-se as conclusões e as recomendações para trabalhos futuros.

2) CONSUMOS DOMÉSTICOS DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA

Neste capitulo será efetuado o levantamento do estado da arte acerca da problemática dos consumos domésticos de água e de energia elétrica, bem como a relação de interdependência entre eles.

2.1) Consumo doméstico de água

O consumo doméstico de água representa o consumo por parte das famílias nas suas habitações para fazerem face a um variado conjunto de necessidades intrínsecas à sua sobrevivência e à sua comodidade, onde se destacam a alimentação, a higiene pessoal, a lavagem de roupa e louça, a limpeza de interiores e as descargas de autoclismos. No caso de a residência ter espaços exteriores inclui-se a limpeza dos mesmos, a rega de jardins e/ou hortas, a lavagem de automóveis e o enchimento/manutenção de piscinas.

Segundo Almeida *et al.* (2004), os consumos efetuados no interior dos edifícios (designados por consumos interiores), são, geralmente, em termos percentuais, pouco variáveis em função da tipologia da habitação, da região, do clima dessa região e da estação do ano, verificando-se uma maior variação consoante o número de elementos do agregado familiar. Por outro lado, os consumos no exterior do edifício (designados por consumos exteriores) apresentam variações significativas, verificando-se uma tendência notória para o aumento dos consumos nos meses quentes, ou seja, em períodos em que a disponibilidade de água é potencialmente mais reduzida.

Em relação aos consumos exteriores, os meses mais quentes implicam maior necessidade de rega de jardins e hortas, uma vez que a elevada temperatura exterior conduz a uma rápida secagem dos terrenos. Além disso, os meses de verão como são mais quentes, são também mais solarengos originando um maior desenvolvimento das plantas, necessitando de mais água. Em relação às piscinas, o facto de haver uma maior temperatura no local onde estão inseridas, implica uma maior evaporação de água. Para garantir na piscina os níveis mínimos essenciais ao correto funcionamento das máquinas responsáveis pela circulação e filtragem de água, esta evaporação terá de ser compensada quase diariamente nos meses mais quentes, exigindo assim um gasto de água superior (Ferreira, F. 2012).

O aumento do consumo doméstico de água é diretamente proporcional ao aumento da população humana, à melhoria das condições de higiene e do saneamento básico. A redução

deste consumo é possível, desde que se adotem determinadas estratégias que, no seu conjunto, poderão representar um valioso contributo para o uso eficiente e a sustentabilidade deste recurso.

No que se refere à quantidade mínima de água necessária para a manutenção das boas condições de saúde e higiene, Howard & Bartram (2003) realçaram a necessidade de se estabelecer um valor mínimo para o fornecimento doméstico de água, sem menosprezar a existência de valores diferenciados, estabelecendo-se um intervalo entre 15 l/hab.dia e 50 l/hab.dia, na opinião de diversos autores (Pires, M. 2013).

Segundo Gutierrez-Escolar A., *et al* (2014) Portugal apresenta um dos padrões mais elevados de consumo interior correspondendo a 40 l/hab.dia.

Gleick, P.H. (1996) referiu que requisitos básicos de consumo de água como beber, o saneamento básico, a higiene pessoal e a confeção de alimentos devem ser garantidos para todos os seres humanos, especificando que 50 L/per capita/dia de água potável devia ser considerado um direito humano fundamental.

O Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água, PNUEA, (2001) citado por Ferreira, F. (2012) apresenta 310 l/dia como a média de consumo de água diário nas habitações e 78 l/hab.dia como sendo a capitação média.

Almeida, M. *et al.,* (2006) após uma revisão de literatura e baseados nos resultados de um estudo com uma amostra limitada, apresentado por Vieira et al. (2002), estimaram estruturas de consumo médias, incluindo usos exteriores ou apenas interiores (Figura 1).

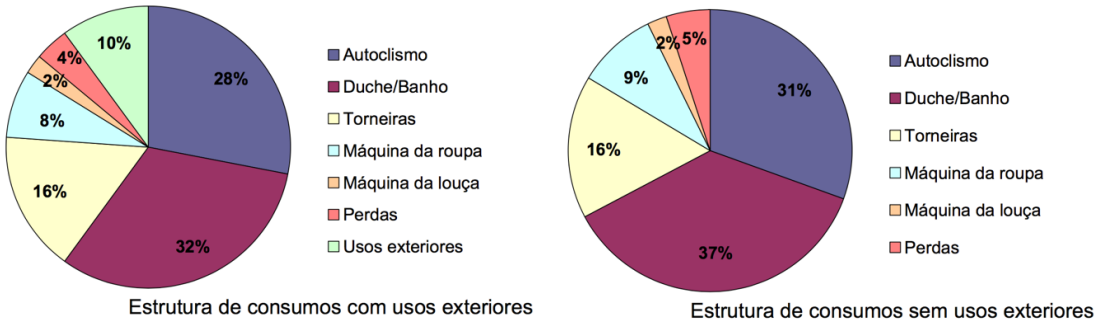


Figura 1 - Estrutura do consumo doméstico de água estimada (com e sem usos exteriores) (Almeida, M. et al., 2006).

Tendo em conta as diferentes utilizações de água nas habitações, Bailey *et al.,* (1986) citado por Almeida, M. *et al.,* (2006) apresentaram a casa de banho como sendo a zona com uso predominante, representando a descarga de autoclismos em conjunto com os duches/banhos mais de 60% do consumo total na habitação. Com cerca de 16% do consumo total nas torneiras, estão incluídos os usos diferentes mediante a localização das mesmas e no caso em que não

exista máquina de lavar louça pode estar incluído a lavagem da louça. Relativamente às máquinas de lavagem de roupa e louça, os autores estimaram que representam um consumo médio de cerca de 10% do total na habitação. As parcelas de usos exteriores (10%) e de perdas a jusante dos contadores (4%) (por exemplo, em torneiras ou chuveiros que pingam ou em autoclismos com vedação imperfeita) podem apresentar valores muito diferentes do considerado nesta estrutura de consumos.

2.2) Consumo doméstico de energia elétrica

Segundo a Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, o ser humano tornou-se fortemente dependente da energia, tornando-se esta um bem essencial. Esta dependência deve-se ao estilo de vida atual das sociedades, sendo impossível desfrutá-la caso não existissem recursos energéticos. O acesso à energia passou a ser um vetor essencial para o desenvolvimento das nações (Rodrigues, M. 2011), constituindo o motor que alimenta o seu progresso (ERSE, 2016). Em Portugal, tem-se verificado um aumento médio igual ou superior a 4% ao ano, do consumo de energia elétrica. Parte deste aumento é devido a maus hábitos de utilização dos equipamentos ou ausência de boas práticas de consumo energético (ecoEDP, 2016).

As famílias criaram, naturalmente, uma dependência da energia elétrica, muitas vezes sem se aperceberem disso, já que o consumo de eletricidade no sector doméstico está implícito nas práticas que compreendem o uso de tecnologia (Gram-Hanssen, 2011 citado por Ferreira, J. 2015).

O consumo de energia, até 2010, apresentou um crescimento continuo em todos os países. Este aumento permanente não será sustentável ao longo do tempo, o que torna as economias de energia importantes preocupações ambientais (Gutierrez – Escolar, A. *et al.,* (2014)). Este aumento está diretamente associado ao aumento do conforto térmico e ao crescimento do número de equipamentos elétricos disponíveis nas habitações (INE, 2010).

A eletricidade é utilizada numa combinação com aparelhos elétricos de forma a produzir serviços de energia tais como a iluminação, cozinhar e aquecer (Blázquez *et al*. 2012).

A eletricidade é a principal e a mais comum fonte de energia utilizada no sector doméstico, sendo consumida em 99,9% dos alojamentos (INE, 2010).

Em 2013, o consumo de eletricidade em Portugal atingiu valores de 46,3 TWh (*terawatt-hour* – 10^8 kWh; IEA, 2016). Em 2010 atingiu o seu pico, de 50,5 TWh, antes de diminuir nos

três anos seguintes (Figura 2). Em 2013, o consumo foi 5,6% superior ao verificado dez anos antes, no entanto foi 8,6% inferior ao ano de pico (2010) (IEA, 2016).

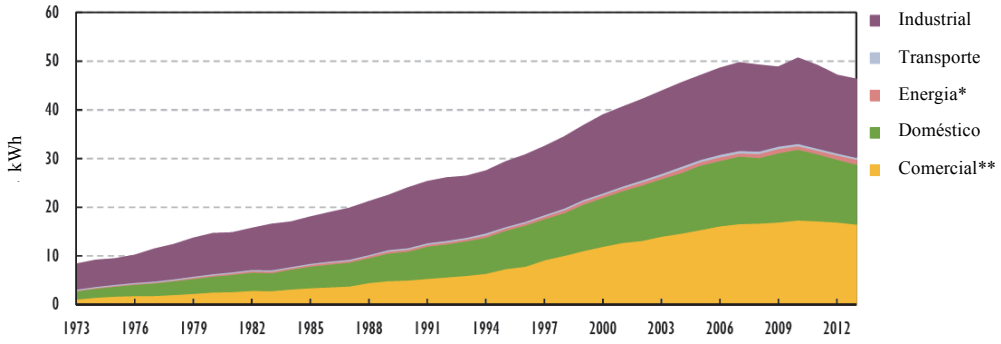


Figura 2 - Consumo de eletricidade por setor (Adaptada: IEA, 2016)

*Energia inclui todas as transformações de setor e uso próprio.
**Comercial inclui serviços comerciais e públicos, agricultura, pesca e silvicultura.

Verifica-se que no setor doméstico, o consumo de eletricidade cresceu de forma progressiva entre 1991 e 2007 (Figura 3), com um pequeno abrandamento em 1997, coincidindo com o ano em que Portugal introduziu o gás natural e com o Protocolo de Quioto, no qual ficou decidido a redução das emissões de gases com efeito de estufa (João Ferreira, 2015). Segundo a International Energy Agency (IEA, 2004), neste período verificou-se um forte crescimento da utilização de aparelhos elétricos no setor doméstico, com maior incidência nos aparelhos de ar condicionado (João Ferreira, 2015). Apesar da forte utilização dos aparelhos elétricos referidos, em 2008 regista-se uma quebra no consumo de eletricidade, talvez motivada pela crise financeira global que se refletiu de uma forma bastante acentuada no nosso País, aumentando, contudo, ligeiramente nos dois anos seguintes. Mas, a partir de 2011, logo se verifica uma queda acentuada no consumo de eletricidade fruto das medidas de austeridade levadas a cabo pelo Governo, eleito neste ano, que aplicou à taxa normal do IVA (23%) sobre a eletricidade e ao gás natural que era apenas de 6% até então.

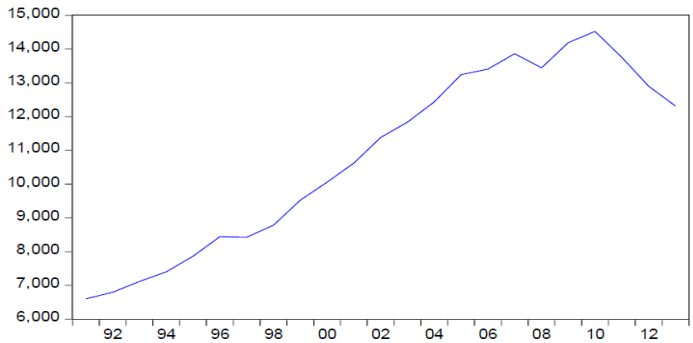


Figura 3 - Evolução do consumo de eletricidade no sector doméstico em Portugal entre 1991 e 2013, em kWh (Fonte: Eurostat em Ferreira, J., 2015)

Tendo por base o *Inquérito ao Consumo de Energia no Setor Doméstico (INE, 2010), as* Figuras 4 e 5 representam a distribuição do consumo de energia na habitação por tipo de uso e por fonte de energia utilizada em 2010, expressa, respetivamente, em tonelada equivalente de petróleo (tep) e percentagem (%), onde foram considerados seis tipos de utilização de energia: aquecimento do ambiente, arrefecimento do ambiente, aquecimento de águas, cozinha, equipamentos elétricos e iluminação (INE, 2010).

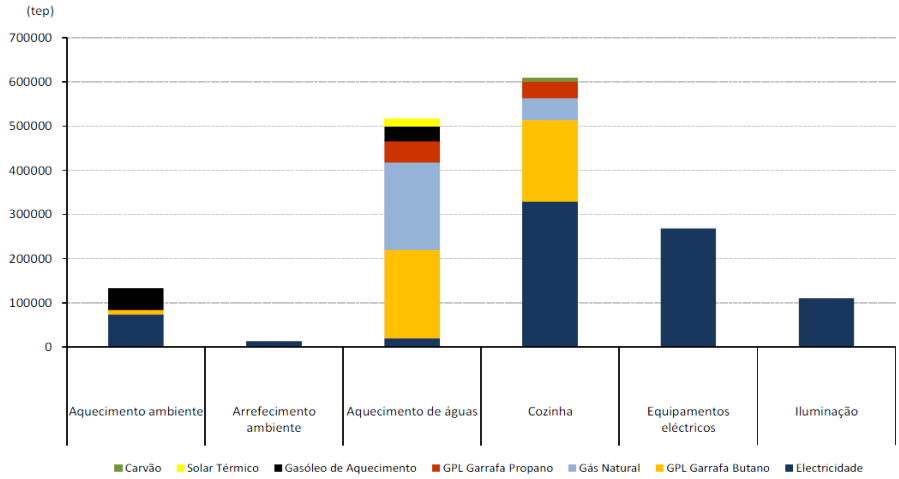


Figura 4 - Distribuição do consumo de energia (tep) no alojamento por tipo de energia e tipo de utilização, Portugal - 2010 (Fonte: INE, 2010)

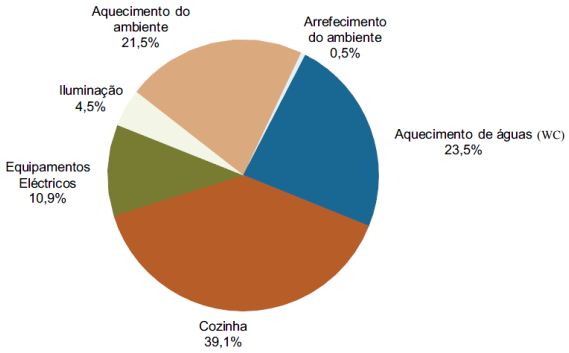


Figura 5 - Distribuição do consumo de energia (%) na habitação, por tipo de uso e fonte de energia - 2010 (Fonte: INE, 2010)

Tendo em conta as diferentes utilizações de energia nas habitações, verifica-se que é na cozinha que se concentra a maior parte do consumo global, correspondente a mais de um terço (aproximadamente 39,1%), seguindo-se do aquecimento de águas com aproximadamente 23,5%. Por oposição, foi no arrefecimento do ambiente (0,5%) e na iluminação (4,5%) que o consumo de energia nos alojamentos foi menor. Contudo, a fonte de energia dominante é

diferente consoante o tipo de uso, dado que na cozinha domina a utilização de eletricidade, enquanto no aquecimento das águas é predominante o GPL garrafa butano e gás natural (INE, 2010).

Luís Vaz Morais, em 2009, segundo o Balanço Energético de 2008, da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), apresenta uma repartição dos consumos de eletricidade para uso final, com um total de consumo de 11087 GWh (Figura 6).

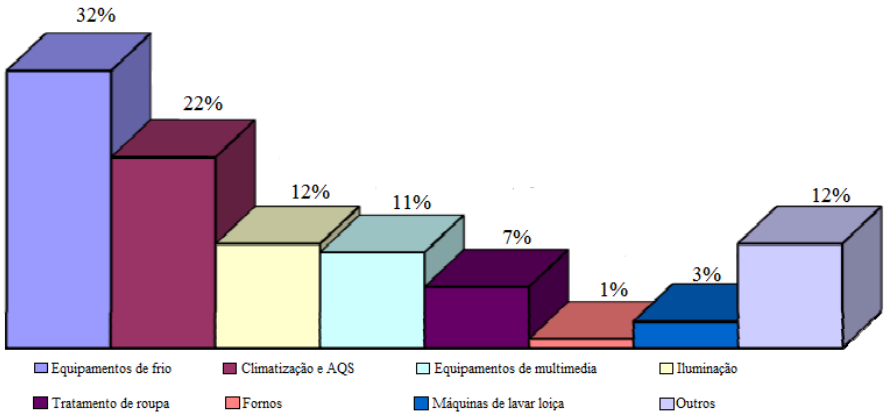


Figura 6 - Repartição de consumos de eletricidade para uso final no sector doméstico em Portugal (Adaptado: Morais,L.V., 2009)

Assim sendo, os equipamentos de frio são os principais consumidores de eletricidade nas residências portuguesas, com 32 % do total, seguindo-se os equipamentos de climatização e águas quentes sanitárias com 22%, a iluminação com 12%, os equipamentos de multimédia com 11%, o tratamento de roupa com 7%, máquinas de lavar loiça com 3% e por último os fornos com 1%.

Através da análise da Figura 6, verifica-se que os equipamentos de frio doméstico são responsáveis por uma grande fatia na fatura energética, devendo ser uma das prioridades para os programas de eficiência energética. Em 2008, os equipamentos informáticos, as máquinas de lavar loiça e os secadores da roupa, ainda apresentavam um consumo reduzido como se pode verificar no gráfico, ganhando um peso cada vez mais significativo no balanço do consumo energético português com a crescente utilização destes equipamentos (Morais, 2009).

2.3) O consumo de energia no ciclo de utilização da água

A água e a energia são recursos considerados indissociáveis já que pode ser utilizada água para produzir energia e é preciso energia para entregar, tratar e aquecer a água (Silva, C. *et al*. 2014)

Os consumos de energia relacionados com essas atividades incluem o tratamento de água, a distribuição, o uso da água, nomeadamente, a drenagem e o tratamento das águas residuais, a circulação de água quente (AQS) (Klein, G. et al., 2005).

No entanto, nem todas as habitações familiares têm os mesmos consumos de energia. Gutierrez-Escolar, A. *et al*, compararam em 2014, os consumos de energia em habitações espanholas com condições climáticas diferentes, como por exemplo, as zonas do Norte Altântico de Espanha, zonas com temperaturas mais baixas, com as zonas Mediterrânicas, com temperaturas mais elevadas, tentando relacioná-los com os consumos de água quente, observando deste modo uma grande diferença de consumos, como se pode ver na Tabela 1.

Tabela 1 - Consumo anual médio de energia em água quente doméstica por habitação nas diferentes regiões de Espanha (Fonte:Gutierrez-Escolar, A. *et al.*, 2014)

Região	Número de zonas	Consumo médio anual de energia (kWh)
Norte Atlântico	6	2262,40
Zona Mediterrânea	18	1755,90
Zona Continental	28	2286,50

Rodriguez-Hidalgo *et al.* (2012) citado por Gutierrez-Escolar, A. *et al.* (2014) referiu que o consumo doméstico de água quente não depende apenas da zona geográfica, como também dos hábitos das pessoas, da época do ano, e ainda do tipo de edifício. Mas, acima de tudo, varia consideravelmente com o estilo de vida característico de cada pessoa. A grande diferença de consumos observada na Tabela 1 pode ser explicada pela temperatura de entrada de água fria ou pelos parâmetros citados anteriormente (Gutierrez-Escolar, A. *et al.* 2014).

2.4) Caracterização dos consumos

2.4.1) Aquecimento e arrefecimento de água

O aquecimento de águas sanitárias (AQS) juntamente com o aquecimento do espaço representam mais de metade da energia consumida nas habitações de países industrializados. Numa habitação, a água quente é fisicamente usada na lavagem de loiça, máquina de lavar roupa/loiça, para tomar banho e cozinhar.

Num estudo de Evarts e Swan (2012), sobre a influência dos consumos de AQS no dimensionamento do sistema solar térmico, concluiram que o aquecimento da água doméstica representa 30% do consumo energético numa habitação.

Koeller & Company, (2007) referem que a energia necessária para o aquecimento da água é baseada no volume de entrega, no volume de utilização, no volume de água que arrefece entre as utilizações de água quente na eficácia do sistema de aquecimento de água. A configuração do sistema de distribuição de água quente (o comprimento, o diâmetro, as condições ambientais, o isolamento, etc.) está diretamente relacionada com o seu desempenho no fornecimento de água e com a energia necessária para suportar este nível de desempenho.

Os mesmos autores identificam três fases na utilização de água quente (Figura 7): o fornecimento, a utilização e o arrefecimento. Após a abertura de uma válvula no dispositivo elétrico, a água quente deixa o sistema de aquecimento de água e segue em direção ao dispositivo de utilização, sendo desejado um tempo de entrega o mais curto possível. Na prática existem provavelmente duas partes para a fase de fornecimento. A primeira parte é designada como técnica ou estrutural e depende da configuração do sistema de canalização, da localização das tubagens, o volume de água nos tubos entre o sistema de aquecimento e o dispositivo de utilização, se a tubagem é isolada, a temperatura da água nos tubos em comparação com a temperatura do sistema de aquecimento, etc. A segunda parte é comportamental e depende de quando o utilizador decide que a água esta suficientemente quente para usar e "entra". As perdas do comportamento podem ser mais significativas em tempo do que as perdas estruturais. A figura seguinte representa uma utilização típica de água quente.

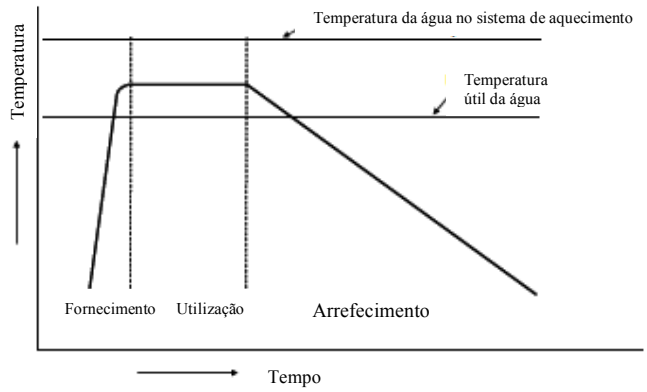


Figura 7 - Esquema típico de uma utilização de água quente (Adaptado: Koeller e Company, 2007)

A fase de arrefecimento começa no momento em que o equipamento desliga. Se o tempo até à próxima utilização de água quente é curto o suficiente, a água nos canos vai ser quente o suficiente para usar. Se ele for muito longo, terá que se esperar que a água que vem do aparelho de aquecimento de água para essa próxima utilização seja quente o suficiente para usar. Koeller & Company, (2007) indicam que durante a fase de entrega ou de uso o processo é diferente

quando se trata de água quente ou de água fria. No que diz respeito à fase de utilização descobriram que uma tubagem não isolada flexível apresenta uma maior queda de temperatura da água do que a tubagem de cobre com o mesmo diâmetro nominal, onde, o isolamento dos tubos minimiza essa diferença. Além disso, a queda de temperatura ao longo de uma determinada distância é superior em caudais baixos. Na fase de arrefecimento concluíram que, se o tempo entre utilizações de água quente é razoavelmente longo, as tubagens arrefecem até valores abaixo da temperatura da água quente útil para a próxima utilização de água quente. No entanto, tubagens de maior diâmetro arrefecem mais lentamente do que tubagens de menor diâmetro e o isolamento prolonga o tempo que as tubagens levam a arrefecer até à uma determinada temperatura.

2.4.2) Duches/banhos

O duche ou banho de imersão são responsáveis por grande parte da ineficiência do consumo médio de água numa habitação. O banho/duche corresponde à utilização doméstica que mais água consome, podendo representar quase 40% do uso diário**.**

Assim, se se considerar que a maior parte da água quente é utilizada nos chuveiros e nas torneiras (os sanitários consomem apenas água fria), a maior economia de energia passará pela substituição dos equipamentos por outros mais eficientes.

Segundo Kempton, W. (1984) a frequência de banhos e a duração do banho são questões de preferência pessoal e cultural e não são questões que as medidas de conservação de energia devam tentar influenciar. No entanto, existem boas razões para ser feito um estudo sobre o consumo de água nos banhos. Conhecer as características pessoais dos utilizadores de cada banho pode ser útil de forma a calcular os efeitos de melhorias da eficiência técnica, nomeadamente através de chuveiros de baixo fluxo ou em identificar as barreias sociais para a adoção de tais tecnologias.

A Empresa Portuguesa das Águas Livres (EPAL, 2012) identifica, através do seu simulador de consumos, o gasto de 200 litros de água em cada banho de imersão, o que representa um valor aproximado da capacidade média das banheiras convencionais mais utilizadas nas habitações portuguesas.

O caudal debitado pelo chuveiro está dependente de vários fatores para além do equipamento propriamente dito. A pressão da água na rede influencia em grande medida a água gasta num duche já que o caudal do chuveiro é tanto maior quanto maior for a pressão verificada

no local de saída da água. Dentro de uma mesma habitação, em que a rede doméstica é abastecida por reservatório existente na cobertura, com chuveiros iguais, mas em compartimentos desnivelados, pode verificar-se uma variação significativa de pressão, sendo que naturalmente são os chuveiros que estão a uma cota mais reduzida aqueles em que se verifica uma maior pressão e, portanto, um maior caudal associado a um maior gasto de água (Ferreira, F., 2012). Segundo o autor, considerando duches de sete minutos (água corrente) num chuveiro de caudal muito elevado (20 l/min), ter-se-á um gasto total de água por duche de 140 lts, o que fica ainda aquém dos gastos mínimos previstos num banho de imersão.

2.4.3) Torneiras

As torneiras são dispositivos presentes em vários locais de uma habitação e tem várias utilizações. As casas de banho são geralmente a divisão da casa com maior número destes dispositivos, estando incorporados em lavatórios, bidés e banheiras. No entanto, a água fornecida pela torneira da banheira não é contabilizada como gasto de torneiras, mas sim como gasto de banho (Ferreira, F., 2012).

É contabilizada como gasto de torneiras, a água fornecida pela torneira da pia de lava-louça, pela torneira de enchimento de tanque e a água fornecida por quaisquer outras torneiras de fornecimento direto de água na habitação, quer de uso interior ou exterior (Ferreira, F., 2012).

Do mesmo modo que em todos os restantes usos de água, existe um potencial de redução de consumo de água associado à utilização de torneiras, quer seja através da adoção de dispositivos mais eficientes, quer seja por alteração dos comportamentos dos utilizadores (Ferreira, F., 2012).

2.4.4) Máquina de Lavar roupa

A máquina de lavar roupa é um dos eletrodomésticos fundamentais de uma habitação. No entanto, uma pequena parte das habitações em Portugal ainda não possui este equipamento. Este equipamento é responsável por uma parcela considerável de consumo de energia numa habitação (Ferreira, J., 2015).

A máquina de lavar roupa é um equipamento cujo consumo representa cerca de 5% do consumo total de eletricidade nas habitações, apresentando uma taxa de existência da ordem dos 90% (Morais, L., 2009).

Uma máquina de lavar roupa tanto consome água como energia elétrica para o seu funcionamento. A eletricidade é necessária às ações mecânicas como a rotação do tambor, enxaguamento e bombas de circulação da água e por ação térmica da resistência elétrica dá-se o aquecimento da água durante a fase de lavagem. O aquecimento da água a 90ºC constitui por si só 80 a 90% do consumo total de energia de um ciclo de lavagem. Desta forma, pode-se concluir que quanto maior for a temperatura de lavagem, maior será o consumo de energia. Existem alternativas como equipamentos que apresentam a possibilidade de serem alimentados com água quente, proveniente de outros sistemas de aquecimento (caldeiras murais, termo acumuladores a gás, painéis solares, etc.), permitindo uma redução significativa de consumo elétrico. No entanto, o uso destas máquinas não se encontra muito difundido no mercado nacional (Rodrigues, M., 2011).

Visualizando a Figura 8 verifica-se um maior consumo de energia associado ao aquecimento da água e um menor consumo associado à rotação do tambor na centrifugação final da roupa em ciclos típicos de funcionamento de uma máquina de lavar roupa, para diferentes temperaturas de lavagem (DGEG, 2004).

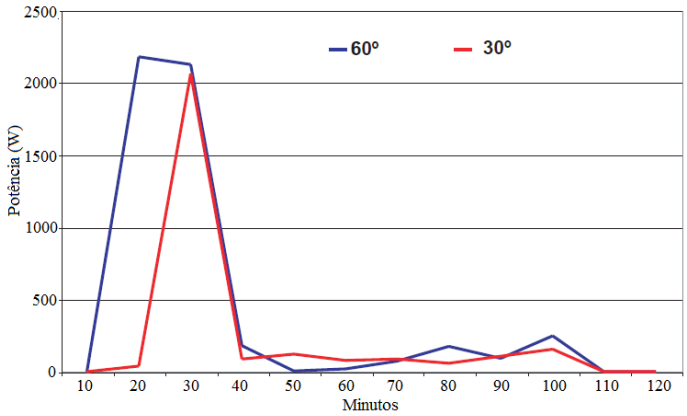


Figura 8 - Ciclos de lavagem a baixa temperatura (30ºC) e a temperatura elevada (60ºC) (Fonte: DGEG, 2004)

A maior parte da energia consumida pela máquina é no aquecimento da água para a lavagem da roupa (80% a 90%), assim, será muito importante a utilização de programas de temperaturas baixas (Silva, C. *et al.,* 2014).

Hoje em dia estas máquinas vêm com diversos programas com indicações de diferentes temperaturas e programas destinados aos vários tipos de lavagem, assim como a qualidade dos

detergentes a utilizar que permitem lavagens de roupa a baixas temperaturas, levando a uma redução nos gastos de energia, conforme se verifica na Figura 9. (DGEG, 2004).

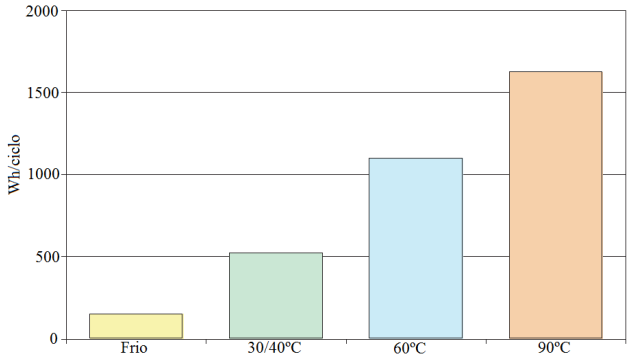


Figura 9 - Consumo médio dos ciclos de lavagem das máquinas de lavar roupa (Fonte: DGEG,2004)

Na compra de uma máquina de lavar roupa não deverão ser descurados parâmetros tais como a velocidade de rotação na centrifugação, uma vez que quanto maior for a velocidade de centrifugação menor será a quantidade de água retida na roupa, pelo que menor será o ciclo de secagem com a consequente redução do consumo energético e a existência de programas económicos, pois as reduções do consumo de eletricidade podem atingir 40% (DGEG, 2004).

A classificação energética das máquinas de lavar roupa baseia-se no consumo obtido em ciclos de lavagem normalizados de tecidos de algodão e a uma temperatura de 60°C, sendo expresso em kWh/kg de roupa, estabelecendo-se classificações numa escala de A (mais eficiente) a G (menos eficiente), de acordo com a Tabela 2. São ainda indicados os acréscimos médios de consumo verificados entre as diferentes classes de eficiência e a classe A (DGEG, 2004).

Tabela 2 - Classificação energética das máquinas de lavar roupa (Fonte: DGEG, 2004)

Classe de eficiência energética	Consumo de energia (kWh/kg)	Diferença de consumos
A	C≤0,19	X
B	0,19≤C≤0,23	X+21%
C	0,23<C≤0,27	X+42%
D	0,27<C≤0,31	X+63%
E	0,31<C≤0,35	X+84%
F	0,35<C≤0,39	X+105%
G	C>0,39	>X+105%

Na etiqueta energética da máquina de lavar roupa aparecem refletidos a eficácia da lavagem e da centrifugação assim como o consumo de água e de energia por ciclo. Começam a aparecer no mercado máquinas de lavar roupa de entrada bitérmica (entradas separadas para água quente e fria), as quais reduzem o tempo de aquecimento da água, alcançando uma

importante poupança de energia, principalmente quando está associada à utilização de painéis solares térmicos (Agência para a Energia – ADENE, 2010).

Na Figura 10 ilustra-se o diagrama de carga (DDC) médio das máquinas de lavar roupa resultante de monitorizações efetuadas. A sensibilização dos clientes de Baixa Tensão (BT) torna-se vantajosa se se tiver em conta a utilização da tarifa bi-horária, uma vez que levará à utilização deste tipo de equipamentos em períodos tarifários favoráveis. Esta mudança de hábito será favorável tanto para o fornecedor de energia como para o cliente (DGEG, 2004).

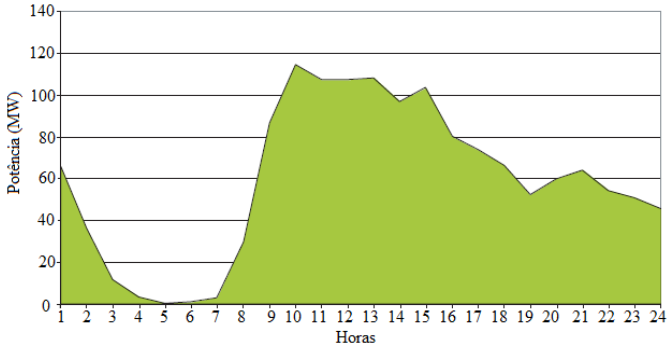


Figura 10 - Diagrama de carga média das máquinas de lavar roupa (Fonte: DGEG,2004).

2.4.5) Máquina de Lavar louça

Como já foi referido, a água e a energia são consumidas nas habitações de várias maneiras. O lavar da louça pode ser manual ou na máquina de lavar louça. Na lavagem manual o consumo de água e energia estão dependentes do comportamento do individuo que pratica a ação. Assim, o consumo de energia está dependente e relacionado com o volume de água gasto. A lavagem à máquina contribui para a economia de energia de 6% - 40% e também permite economizar no consumo de água de 50% - 80% em relação à lavagem manual devido aos avanços tecnológicos, no sentido de melhorar a eficiência de funcionamento no interior das máquinas de lavar louça (Silva *et al.* 2014).

A máquina de lavar louça não é tão utilizada quanto a de lavar roupa na maior parte dos países. Ainda existem muitas habitações que não têm máquina de lavar louça, contudo, nos últimos anos tem-se notado um acréscimo acentuado na compra deste equipamento, estando até 2009 presente em cerca de 30% das habitações. A eletricidade, geralmente é consumida pela resistência elétrica que permite o aquecimento da água (nas máquinas com alimentação de água fria) e secagem da louça, podendo estes ciclos representar mais de 80% de todo o consumo (Morais, L., 2009).

Em Portugal, existem também máquinas de lavar louça com alimentação de água quente, mas não muito utilizada pelos consumidores por falta de informação sobre esta função. Atualmente na grande maioria das máquinas de lavar louça vem incorporado um programa "ECO" que reduz a temperatura da água de 65ºC para 50ºC levando à redução dos consumos de energia elétrica (DGEG, 2004).

A Figura 11 representa um ciclo típico de funcionamento das máquinas de lavar louça. Este ciclo compreende duas fases: numa primeira fase assiste-se ao aquecimento da água e, posteriormente, existe um pico de consumo referente à fase de secagem da louça (DGEG, 2004).

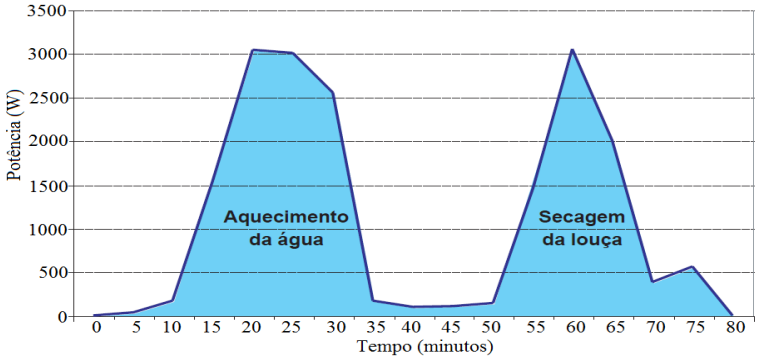


Figura 11 - Ciclo típico da máquina de lavar louça (DGEG, 2004)

Estas máquinas possuem uma etiquetagem energética semelhante à das máquinas de lavar roupa, regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 309/99 de 10 de agosto (DGEG, 2004).

Para a determinação da classe de eficiência energética de um aparelho é realizado o cálculo do índice de eficiência energética (EI). A Tabela 3 refere-se á relação do consumo energético de um dado equipamento com o consumo de referência.

Tabela 3 - Classificação energética das máquinas de lavar louça (DGEG, 2004)

Classe de eficiência energética	Índice de eficiência energética	Diferença de consumos
A	$E_I<0,64$	Superior a -36%
B	$0,64\leq E_I<0,76$	de -36% a -24%
C	$0,76\leq E_I<0,88$	de -24% a – 12%
D	$0,88\leq E_I<1,00$	de -12% a 0
E	$1,00\leq E_I<1,12$	de 0 a +12%
F	$1,12\leq E_I<1,24$	de +12% a +24%
G	$E_I\geq 1,24$	Superior a +24%

A Figura 12 representa o diagrama de carga médio para as máquinas de lavar louça. Verifica-se a existência típica de picos, durante as horas da manhã e início da tarde. Estes

consumos poderão ser facilmente transferidos para períodos mais favoráveis o que poderá ser vantajoso para o utilizador, se dispuser de tarifa bi-horária (DGEG, 2004).

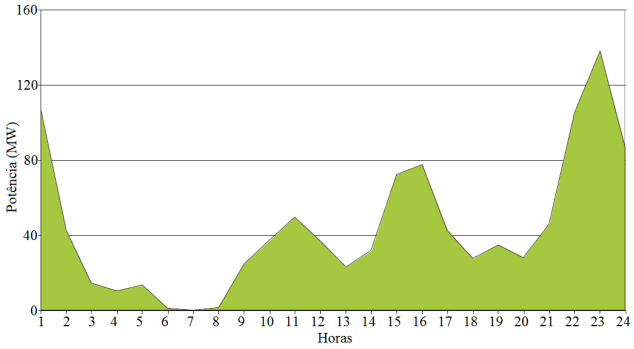


Figura 12- Diagrama de carga média das máquinas de lavar louça (Fonte: DGEG, 2004)

Esta é uma das formas de os utilizadores reduzirem os custos com a utilização das diferentes máquinas de lavar e secar, pois o custo de energia é significativamente mais baixo nestes períodos.

2.5) Fatores e variáveis intervenientes na relação entre o consumo de água e energia

Para uma melhor caracterização dos consumos domésticos apresenta-se uma síntese de algumas variáveis que estão descritas na revisão bibliográfica efetuada e que influenciam o consumo de água e de energia elétrica. O objetivo não é apresentar uma descrição muito detalhada dessas variáveis, mas sim evidenciar as consideradas mais importantes na alteração dos consumos. Destas variáveis, salientam-se o preço da água e da luz e as tarifas, a composição do agregado familiar, aspetos comportamentais dos elementos do agregado familiar, as características do alojamento, o rendimento do agregado e os fatores climáticos e a sazonalidade.

Arbués *et al.,* (2003) define o preço da água, o rendimento e a composição do agregado familiar como variáveis cruciais nos consumos domésticos.

Segundo Wiesmann *et al.,* (2011) o consumo de eletricidade no setor residencial, é explicado normalmente através de três variáveis fundamentais: o preço da eletricidade, o preço de um substituto da eletricidade e um indicador de rendimento. No entanto, é possível a inclusão de outras variáveis, como por exemplo as características dos alojamentos. Romero-Jordán *et al.*, (2014) sugerem que o consumo de eletricidade no setor residencial depende do hábito dos consumidores, dos seus rendimentos, dos preços aplicados na eletricidade e no gás natural, do clima, do uso de eletrodomésticos e de outros fatores socioeconómicos.

Rodriguez-Hidaldo citado por Gutierrez-Escolar A., *et al*., (2014) referiu que o consumo doméstico de água quente não depende apenas da zona geográfica em que estão localizadas as habitações mas também dos hábitos do agregado familiar, da altura do ano e do tipo de utilização do edifício.

2.5.1) Preço e tarifas da água e da luz

Com o aumento populacional, o contínuo uso insustentável de água e de energia e a degradação da qualidade e quantidade de água nas suas origens têm levado a uma escassez de água e a um uso descompensado de energia e por consequência, estas têm que ser valorizadas a nível económico.

Pela lei da oferta e da procura, o consumo doméstico de água deve ser inversamente proporcional ao seu preço. No entanto, sendo um recurso insubstituível esta relação da procura-preço não se verifica (Worthington, 2006).

Em muitos casos estudados, a quantidade de água procurada não é praticamente afetada por variações no preço. Isto pode ser explicado através da combinação de três fatores. Em primeiro lugar, a água é um bem essencial à vida dos seres vivos, fornecida em sistema monopólio, onde uma única empresa detém o mercado deste serviço, conseguindo, portanto, influenciar o preço deste bem comercializado, o que impede os consumidores de mudarem de fornecedor. Em segundo lugar, não existem alternativas suficientemente estudadas para os muitos usos residenciais de água (por exemplo higiene pessoal, limpeza, confeção de alimentos, etc). Por último, os consumidores apresentam uma baixa perceção da estrutura de preços das tarifas que lhes são aplicadas, uma vez que, normalmente a conta de água representa uma pequena parte do orçamento da família. Neste contexto, os indivíduos não têm incentivos para reduzir os seus consumos de água (Arbués & Barberán, 2000).

Assim, os estudos efetuados acerca do binómio procura-preço sugere que sejam necessárias grandes variações no preço para que este influencie efetivamente o consumo de água. No entanto, um aumento dramático nos preços vai causar problemas do ponto de vista social. De facto, nestas circunstâncias, muitas pessoas com baixos rendimentos iriam ver o seu acesso a um bem tão indispensável como a água dificultado, sofrendo assim uma queda na sua qualidade de vida, sob a forma de condições de higiene mais pobres, má alimentação, etc. Contudo, a água utilizada pelas famílias que apresenta inicialmente um carácter de bem primário, torna-se progressivamente convertida num bem de luxo, com o aumento do

rendimento familiar, sendo consumida a água para uma série de usos não básicos (regar o jardim, encher piscinas, etc) (Arbués & Barberán, 2000).

Renwick e Archilab (1998), citados por Worthington (2006), concluíram que a relação procura-preço de água no setor doméstico é menor para famílias de baixo rendimento do que famílias de médio e alto rendimento.

Para Arbués *et al*., 2003, a elasticidade do preço (elasticidade da quantidade de procura de um bem em relação às alterações do preço deste) no verão é inferior a elasticidade do preço no inverno, indicando que o consumo de água em famílias de rendimentos elevados é mais afetado pelas mudanças de comportamento.

O preço da eletricidade é fundamental para o funcionamento atual da economia e da sociedade, uma vez que afeta diretamente os custos de produção e a eficiência energética servindo também como base de referência para o custo de vida num país. Com efeito, o preço da eletricidade é influenciado pelo custo dos recursos energéticos e pela eficiência dos mercados de eletricidade, constituindo, por isso, parte dos objetivos europeus de integração económica a gradual liberalização dos mercados, de modo a incrementar a eficiência energética e fazer descer os preços para os consumidores finais (Eurostat, 2015).

Apesar do mercado energético português ser relativamente pequeno e existirem poucos recursos energéticos dentro do país, o rápido crescimento da economia contribuiu para que o consumo de eletricidade aumentasse. O mercado da eletricidade foi liberalizado em 2004, mas na prática, o consumidor final só pôde escolher o seu fornecedor de energia em Setembro de 2006, pelo que é legítimo afirmar que o mercado foi totalmente liberalizado apenas em 2006. Um mercado da eletricidade liberalizado oferece mais eficiência ao nível da produção e do consumo, o que resulta no aumento da qualidade do acesso à energia por parte dos consumidores e torna os preços mais competitivos, o que por sua vez, reduz as faturas da eletricidade. À semelhança do que foi dito para a água, é importante verificar se o preço da eletricidade é um bom indicador na explicação do consumo de eletricidade no setor residencial. Espera-se que os consumidores reajam a flutuações no preço, consumindo menos eletricidade quando o preço aumenta e vice-versa (Ferreira, A., 2012).

Blázquez *et al.* (2012) conclui que um aumento do preço da eletricidade terá um impacto modesto sobre os consumos domésticos de energia elétrica. A fim de limitar a taxa de crescimento do consumo de eletricidade, devem-se introduzir normas de eficiência energética mais elevados para os aparelhos elétricos.

João Ferreira (2015) conclui que se pode verificar um efeito no rendimento devido ao preço da eletricidade, pois se o preço aumenta, mantendo tudo o resto constante, os consumidores terão menos rendimento ao seu dispor para gastar com eletricidade, o que os leva a consumir menos.

De acordo com OCDE (1999), a medição do volume de água consumida é a única maneira de alertar o consumidor sobre o valor real da água. O estabelecimento de preços de tarifas não é apenas justificado por um uso eficiente dos recursos hídricos, mas também pela procura do cumprimento de objetivos de igualdade, serviço público, eficiência ambiental, estabilidade financeira, naturalidade, aceitabilidade pública e transparência (Klapper, 1987).

Normalmente, as tarifas são formadas por um conjunto de elementos fixos e elementos variáveis. Particularmente, existe uma parte fixa que confere o acesso ao serviço por parte dos consumidores pela entidade gestora (o aluguer do contador ou a taxa de acesso ao serviço), à qual acresce uma parte variável que é, normalmente, função linear do volume de água consumida, embora o preço unitário possa ser definido por escalões.

Uma tarifa que inclua apenas elementos fixos é conhecida por tarifa plana, esta pode ser avaliada através da dimensão da habitação, número de habitantes, número de quartis e existência de jardins ou piscina. Estas tarifas apresentam a vantagem de serem bastante simples, mas são muito difíceis para o controlo de consumos de água, uma vez que não correlacionam o valor da "conta da água" com a quantidade de água efetivamente consumida. No extremo oposto, encontra-se a tarifa baseada na cobrança do volume medido à entrada do alojamento e correspondente à agua consumida e às perdas no interior da habitação. Segundo Whitworth (2000), a faturação do consumo de água fundamentada na medição e na utilização de tarifas crescentes pode ajudar a racionalizar o consumo de água por parte dos consumidores, tendo contudo de ser complementada com outro tipo de medidas.

Definir uma tarifa é por vezes complexo. O preço está destinado a seguir os objetivos de equidade da saúde pública, eficiência ambiental, estabilidade financeira, a simplicidade, a aceitabilidade pública e transparência (Arbués *et al.,* 2003 citando OECD, 1987).

Neste contexto, uma mistura de elementos fixos e variáveis é comum. A parte fixa, dá direito a consumir a água, enquanto posteriormente, os consumidores pagam uma quantidade menor adicional por unidade. No entanto, o custo por unidade adicional varia quando atinge o consumo de determinados limites, sendo composto por uma sequência de preços marginais para diferentes grupos de valores de consumo. Do ponto de vista da eficiência, a diminuição das tarifas pode parecer preferível, ao invés de um aumento que seria mais eficaz no controlo do

uso da água. Por outro lado, a diminuição das tarifas podia levar a um consumo excessivo de água, uma vez que as unidades adicionais tornar-se-iam mais baratas (Arbués *et al.,* 2003 citando Maddock and Castaño, 1991).

A procura de água varia com as estações do ano (devido a efeitos climáticos), com o dia da semana, ou com a hora do dia. Por isso, uma tarifa - preço de pico sazonal pode ser utilizada para promover a sua conservação e eficiência. A existência de preços de pico é considerada justo, pois os consumidores em períodos de pico, são responsáveis por um aumento de capacidade e devem, portanto, arcar com os custos de capacidade, operação e manutenção. (Arbués *et al*., 2003 citando Munasinghe, 1999). O efeito final de um regime de preços sazonal não é visto como correto, uma vez que pode reduzir o consumo médio, mas não o pico (Arbués *et al*., 2003 citando Beecher *et al.* 1994).

No geral, a complexidade das tarifas é uma consequência direta de um contexto multiobjectivo, afetando todo o processo de procura de água. Preços não lineares e elementos fixos vão complicar as tarifas e a escolha de preço variável (Arbués *et al.,* 2003).

Arbués *et al.,* (2000) referem que o uso de medidas de tarifas-base pode ajudar a racionalizar o consumo de água por parte dos utilizadores urbanos.

2.5.2) Composição do agregado familiar

A composição do agregado familiar residente no alojamento é considerada como um fator importante em diversos estudos onde se pretende determinar o consumo de água e de energia por habitante.

No que diz respeito ao número de elementos do agregado, embora seja pressuposto que a quantidade de água consumida aumente com o número de membros da família, o aumento do consumo de água é menor, devido às economias de escala nos consumos associados ao uso doméstico comum (limpeza doméstica, etc) (Arbués *et al.,* 2003 citando Hoglund, 1999).

Nauges & Thomas (2000) argumentam, nos seus estudos, que em famílias com crianças é de esperar que o consumo de água seja mais elevado, na medida em que existe um maior consumo ineficiente por parte destes, aumentam o número de banhos e das lavagens de roupa, factos ainda agravados se as crianças tiverem idade inferior a dois anos, uma vez que exigem cuidados de higiene mais regulares. As pessoas mais idosas demonstram ter mais cuidados na utilização da água, e tendem a tomar menos vezes banhos, em relação a pessoas mais jovens. Bladh e Krantz (2008) referem três fatores que podem explicar este facto. Em primeiro, os

reformados têm rendimentos mais baixos e, portanto, têm tendências economizadoras. Em segundo luar, as pessoas mais idosas têm vivências em condições mais pobres (como o racionamento de energia) o que por hábito continuam a economizar na eletricidade. Em terceiro lugar, as pessoas idosas mudam-se para habitações mais pequenas a fim de economizar nas tarefas domésticas, e sendo estas mais pequenas será necessário menos gastos de eletricidade. No entanto, as pessoas reformadas tendem a passar mais tempo em casa e a fazer jardinagem, o que pode alterar as estatísticas dos consumos (Arbués *et al*., 2003; Worthington, 2006).

Alegre *et al.* (1992), efetuaram um estudo de caracterização de consumos domésticos na cidade de Lisboa. Os autores indicam que na presença de áreas com população envelhecida, o consumo de água distribui-se ao longo do dia sem que se registem picos de consumo, enquanto na presença de população ativa a tendência é haver picos do uso de água no período do início do dia de manhã e antes da hora do jantar. Assim, conclui que características sociodemográficas e habitacionais influenciam significativamente o consumo de água.

Martinez-Espineira (2002) analisa as principais questões sobre a procura de água doméstica. O autor inclui no seu estudo variáveis que influenciam os consumos, tais como, a percentagem de elementos do agregado familiar com mais de 64 anos e aqueles com menos de 19 anos. Além disso, refere ainda que as pessoas de diferentes origens culturais podem ser mais ou menos reativos para o preço da água.

Kim & Choi (2007) indicam que indivíduos com rendimentos superiores, com idades mais avançadas e a viverem em casas grandes e novas, consomem mais água.

Russac & Rushton (1991) classificam as habitações em dois tipos: pequenos alojamentos (com uma ou duas pessoas) e grandes alojamentos (mais de duas pessoas). A partir desta classificação, verificaram-se que nos pequenos alojamentos o consumo água era quase o mesmo do que o obtido nos grandes alojamentos. Isto poderá querer dizer que, em relação ao consumo *per capita*, as pessoas que habitam em alojamentos menores tendem a gastar uma quantidade de água superior às que habitam em alojamentos de maior área. Esta diferença pode ser explicada através de um uso mais eficaz dos diferentes dispositivos por parte dos elementos dos alojamentos de maior dimensão, pois algumas atividades requerem a mesma quantidade de água independentemente do número de pessoas residentes nesse mesmo alojamento.

Hobson & Jeffrey (2004) mostram também que o tipo de alojamento (unifamiliar ou multifamiliar) é uma variável importante que afeta os consumos de água. Em alojamentos isolados, a média de consumos é superior à correspondente a apartamentos/alojamentos

multifamiliares. Segundo Loh & Coghlan (2003) habitantes em alojamentos multifamiliares tendem a consumir menos água do que os que habitam em alojamentos isolados.

Willis *et al*. (2009) estudaram o impacto que os fatores sociodemográficos podem ter no consumo de água. A Figura 13 mostra como existe uma diminuição do consumo geral *per capita* com o aumento do agregado familiar. No entanto, os consumos na casa-de-banho e com a máquina de lavar roupa contrariam esta tendência, apresentando valores superiores em famílias numerosas. Isto pode ser justificado pela propensão das famílias numerosas a terem crianças muito pequenas que, portanto, implicam mais lavagens de roupa e maior utilização da casa de banho devido ao elevado tempo que passam em casa.

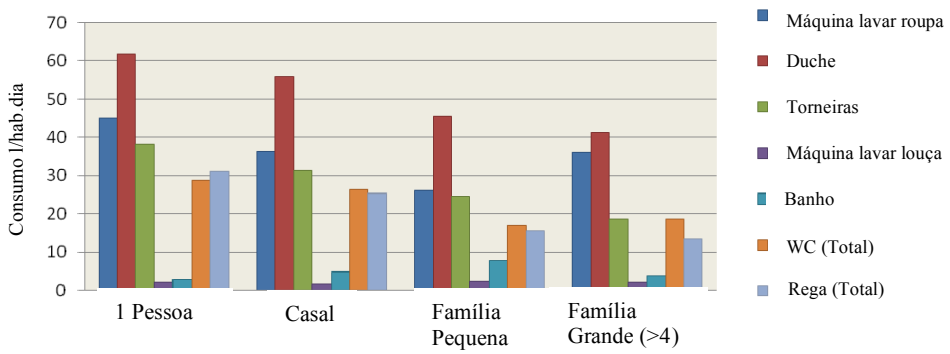


Figura 13 - Relação entre o tipo de família residente e os consumos finais de água (Adaptado: Willis *et al.* (2009))

Borg *et al*. (s/d) concluíram que o uso de água varia drasticamente de família para família, tanto no total do consumo de água, como nos hábitos de consumo. Ao incluírem no seu estudo dispositivos de baixo fluxo, tornou-se claro que a realização de uma análise de custo-benefício no que diz respeito à instalação destes dispositivos que não ia produzir os mesmos resultados em todos os agregados familiares.

Segundo Kathryn B. Janda (2011) o comportamento dos elementos do agregado é um fator importante que influencia o consumo doméstico de energia. O seu estudo mostrou que apesar das características da habitação e dos seus equipamentos representarem metade do consumo energético, os residentes e o seu comportamento influenciam o restante. As diferenças no comportamento individual podem produzir grandes variações (> 300 %) no consumo de energia, mesmo quando controlado para diferenças na habitação, equipamentos, sistemas de AVAC, e o tamanho da família.

No que diz respeito ao consumo de eletricidade, as crianças, numa idade prematura, exigem forte supervisão dos seus pais, aos quais permanecem mais tempo nas suas habitações para cuidar dos seus filhos. A presença de crianças é por isso um estimulador do consumo de

eletricidade, se tivermos em conta que o agregado familiar permanece mais tempo em casa (Ferreira, J., 2015).

O número de elementos do agregado familiar pode ser uma variável explicativa do consumo doméstico de eletricidade, na medida em que um maior número de elementos a viver numa habitação implica uma maior procura total de eletricidade. Blazquez *et al*. (2003), afirmam, no entanto, que é também possível obter economias de escala nesta procura de eletricidade, sendo inferior o seu consumo se viverem mais elementos na mesma habitação.

Tal como na questão do consumo de água, Blázquez *et al.,* (2012) refere que quanto mais pessoas viverem na mesma casa maior será o consumo de eletricidade da mesma. No entanto, devido a economias de escalas o consumo total será menor. A média das famílias maiores estão melhores equipadas para realizar tarefas comuns ao mesmo tempo, e, portanto, utilizar os equipamentos de forma mais intensa, sendo este efeito mais claro na água quente ou no uso do fogão.

McLoughlin *et al.,* (2012) refere que o consumo residencial de eletricidade aumenta na presença de indivíduos com uma idade compreendida entre 36 e 55 anos, o que poderá indicar a presença de crianças no alojamento. No entanto, para este autor não existem dados que relacionem esta variável com o consumo de eletricidade no setor residencial.

Segundo Plappally & V. (2012), citando Shimoda *et al*. (2010), no setor residencial o consumo de energia é influenciado pelo comportamento dos elementos do agregado familiar e respetiva procura de água. No interior de uma habitação familiar, o banho é considerado a atividade com maior uso de água mais quente e, portanto, maior quantidade de energia.

Cheng, C. (2002), afirma que alguns aspetos e ações comportamentais dos consumidores servem para caracterizar a grande variabilidade do consumo de água quente, como por exemplo o seu uso intermitente, ou seja, depois de qualquer uso de água quente, a que resta no tubo vai acabar por arrefecer gradualmente desperdiçando assim uma quantidade significativa de energia.

Yu, Zang, & Fujiwara (2011) citados por Plappally & V. (2012) referem alguns dos aspetos que podem influenciar os consumos domésticos finais de energia tais como o comportamento individual, o estilo de vida, os fatores psicológicos, o género, culturais e sociais (Silva, C., 2014).

2.5.3) Caraterísticas do alojamento

Alegre (1992), conclui que as características habitacionais afetam profundamente o consumo de água. Neste caso, o principal fator que afeta o consumo de água é a existência ou não de espaços exteriores às habitações.

Kim *et al.* (2007) sugerem que o uso de água em alojamentos aumenta com o valor patrimonial da propriedade, que está relacionado com a área e a localização do alojamento). Concluíram também que é observada uma redução do consumo à medida que os habitantes destas propriedades mudam de hábitos de vida e vão mudando para alojamentos localizados em grandes centros urbanos.

Hobson & Jeffrey (2004) compilaram conclusões de estudos desenvolvidos por outros autores no que respeita aos fatores que influenciam o consumo de água e que se apresenta na Tabela 4.

Tabela 4 - Características do alojamento descritas por diversos autores (Fonte: Hobson e Jeffrey, 2004)

Característica	Modo	Autor
Tipo de habitação	Habitações de maior dimensão e habitações isoladas tendem a gastar mais água, enquanto habitações e apartamentos menores tendem a gastar menos água.	Russac & Rushton (1991)
Número de quartos	Habitações com um número mais elevado de quartos tem maior dimensão e nelas habitam mais ocupantes que tendem a gastar mais água.	Bryant & Tillman (1988)
Existências de jardins	Habitações nos pisos térreos são mais suscetíveis de ter jardim, e consequentemente, uma maior procura de água especialmente nos meses de verão. Habitações com jardins têm uma maior procura de água no global, mas consomem menos água per capita.	Hall & Hooper (1988)
Dimensão do jardim	Habitações com jardins maiores tendem a gastar mais água.	Hall & Hooper (1988)
Clima	Habitações com jardins virados a Sul tendem a gastar mais água, especialmente nos meses de Verão e á medida que apanham mais sol.	Bryant & Tillman (1988)
Densidade habitacional	Em áreas de maior densidade habitacional é possível assumir que o consumo seja menor, pois é menos provável a presença de jardins.	Nucci (1983)
Idade das habitações	Habitações mais velhas utilizam maiores quantidades de água, devido à possibilidade de existências de fugas.	Geoffrey & Yau (2003)

O consumo de eletricidade no setor residencial português não é um assunto muito explorado, em comparação com o que tem sido feito noutros países. Para melhor compreensão, interessa rever o estudo de Wiesmann *et al.* (2011) sobre o consumo de eletricidade no setor residencial português, o qual revela que as características dos alojamentos, nomeadamente, a área total, tem influência no consumo de eletricidade**.**

A idade dos alojamentos afeta o consumo de energia, uma vez que nos edifícios mais antigos as perdas de energia são maiores, tornando-se assim a época de construção uma variável de extrema importância na análise do consumo de energia no parque habitacional.

A forma do edifício tem um forte impacto na eficiência energética do mesmo. A necessidade de aquecer um edifício no Inverno advém do facto do calor gerado no seu interior ser continuamente transmitido para o exterior através das paredes, telhado, janelas e pavimentos, ou seja, através das superfícies exteriores dos edifícios. Logo, quanto maior for a superfície (S) que envolve o volume (V) aquecido, maior será a transferência de calor. Um edifício deve ter um fator de forma (FF) ou uma relação de superfície/volume (S/V) baixa. Por exemplo no caso de edifícios de habitação, uma casa independente é menos eficiente em termos energéticos do que um edifício com vários apartamentos (Tabela 5) (Morais, L.V. 2009).

Tabela 5 - Fator de forma de um edifício (Fonte: Morais (2009) citando Green buldings, 2008)

Tipo de edifício	S/V
Casa independente	Cerca de 0,80
Casa geminada	Cerca de 0,65
Edifício de um piso	Cerca de 0,50
Edifício de vários pisos	Cerca de 0,30

Segundo Arbués et al., (2003) características tais como o número de casa de banho podem ser relevantes. O número de equipamentos pode representar a diferença entre reações a curto prazo e a longo prazo na procura de eletricidade.

2.5.4) Características sócio-económicas do agregado

Jones e Morris (1984) desenvolveram um sistema para a definição do rendimento familiar com base no nível de instrução do chefe de família, a posse de carro, o valor e a idade da residência.

A procura de água deve aumentar proporcionalmente com o rendimento. Famílias com rendimentos mais elevados apresentam um menor grau de perceção da estrutura tarifária da água, uma vez que a conta total representa muitas vezes uma pequena parcela do seu rendimento. Devido a esta problemática, diversos trabalhos pretendem analisar os efeitos do rendimento sobre o consumo de água, de modo, a estimar diferentes funções de necessidades para diferentes níveis de rendimento (Arbués *et al.*, 2003).

Esta variável pode ser utilizada em conjunto com o rendimento médio, sendo um indicador do estilo de vida, da riqueza e de preferências domiciliárias (Lyman, 1992; Barkatullah, 2002). Os usos exteriores de água são bastante influenciados com o rendimento familiar. Famílias com elevados rendimentos têm tendência a ter maiores propriedades e piscinas, utilizando tendencialmente maiores quantidades de água em usos exteriores (Loh & Coghlan, 2003). Quanto maior for o rendimento familiar e quanto mais elevado for o valor da propriedade, maior será o consumo de água (Barkatullah, 2002; Loh & Coghlan, 2003).

No estudo de Kim & Choi (2007), conclui-se que na presença de crianças e agregados familiares com mais do que um ordenado os consumos de água são superiores.

As áreas residenciais de maior nível socioeconómico tendem a consumir menos água aos fins-de-semana do que durante a semana. De modo contrário, as áreas residenciais mais desfavorecidas têm um consumo de água mais elevado ao fim-de-semana devido à fraca mobilidade e a concentração das atividades domésticas (Alegre e Machado, 1992).

A Figura 14 representa o impacto do rendimento familiar no consumo de água, verificando-se que com o aumento do rendimento familiar também aumenta o consumo de água, no caso da Austrália (Willis *et al*. 2009).

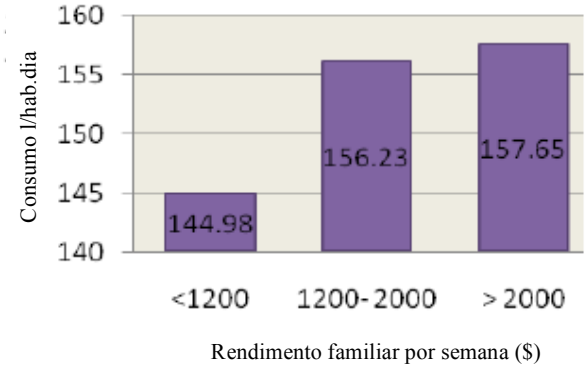


Figura 14 - Impacto do rendimento familiar no consumo de água, na Austrália (Adaptado: Willis *et al.* 2009)

Frederico (2012) analisou os consumos de água de diversas habitações de modo a apresentar estratégias e soluções adequadas para reduzir o consumo de água potável neste tipo de habitações. Mediante os resultados de inquéritos realizados a dois tipos de habitações (habitação social vs. elevado padrão) concluiu (Figura 16) que o número médio de duches tomados por habitante nas habitações de elevado padrão (8,5 duches por semana) em cada semana é consideravelmente superior ao dos residentes de uma habitação social (5,1 duches por semana), traduzindo-se numa capitação média consideravelmente mais elevada nas habitações de elevado padrão. Também no que diz respeito à duração dos duches tomados semanalmente,

as habitações de elevado padrão revelaram (Figura 15) uma duração média de 6,6 min enquanto que nas habitações sociais seria de 5 min aproximadamente. Estas diferenças de consumos poderão ser explicadas através fatores económicos e também da cultura, raça ou etnia dos residentes. As habitações sociais, são na sua maioria, habitadas por pessoas com culturas diferentes podendo este fator contribuir de forma significativa para as diferenças de hábitos verificadas no que diz respeito aos duches.

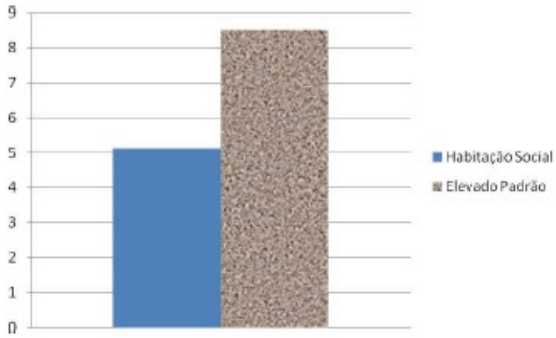


Figura 16 - Numero medio de duche (Fonte: Ferreira, F. (2012))

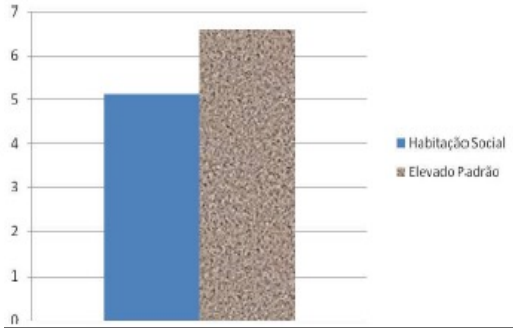


Figura 15 - Duração média de um duche (em minutos) (Ferreira, F. (2012))

Relativamente ao número de lavagens de roupa e tendo em conta a amplitude da diferença do efetivo medio das habitações sociais e das habitações de alto padrão verifica-se um valor médio de ciclos de lavagem em máquina de lavar roupa nos edifícios de habitação social superior ao verificado nas habitações de elevado padrão. Segundo o referido estudo, as razões para estas diferenças passam por uma menor preocupação com os gastos de água por parte dos residentes das habitações de elevado padrão. Número reduzido de pessoas no agregado familiar destas habitações levam também a que se façam lavagens sem que a máquina esteja na sua capacidade máxima de carga, dada a necessidade em lavar roupa antes de possuir roupa suja suficiente para carregar ao máximo a máquina. Relativamente à utilização da máquina de lavar louça, esta está diretamente relacionada com o número de refeições confecionadas em casa. Neste estudo, revelou-se que são confecionadas mais refeições por dia quando se trata de habitações sociais. No entanto, a grande maioria destas habitações não possui máquina de lavar louça, enquanto que nas habitações de elevado padrão esta está presente em cerca de 60% das habitações, sendo, no entanto, também utilizada numa carga inferior à sua carga máxima de capacidade. Mais uma vez, o poder económico dos habitantes revela-se determinante.

Concluindo, o maior poder económico leva a hábitos de consumo mais gastadores, e um agregado (efetivo) médio muito inferior ao das habitações sociais conduzindo a lavagens de roupa e de louça menos eficientes do que o que é verificado em habitações sociais (baixas cargas nas máquinas) (Ferreira, F., 2012).

Por outro lado, Loh & Coghlan (2003), concluíram que o efeito direto do rendimento sobre o consumo de eletricidade no setor residencial é reduzido e tende a ser menos significativo, quando mais variáveis explicativas relevantes são adicionadas à análise.

Shahbaz *et al.* (2011) citado por João Ferreira (2015) concluíram que existe uma relação de longo prazo entre o consumo de eletricidade total, o crescimento económico e o emprego em Portugal. A curto prazo, indicam uma relação unidirecional entre o crescimento económico e o consumo de eletricidade, ou seja, o crescimento económico acarreta mais consumo de eletricidade.

2.5.5) Fatores climáticos e sazonalidade

As condições climáticas do local apresentam-se como uma das características determinantes na fixação das populações, no estilo de construção de uma habitação, no vestuário de uma pessoa, no tipo de cozinha ou mesmo nos traços culturais de uma determinada comunidade (Colombo & Karney, 2003).

O clima tem vindo a ser considerado como um fator chave que influencia o consumo de energia numa cidade. Entre aos vários fatores climáticos que podem influenciar o consumo de energia (e.g. temperatura, humidade relativa, radiação solar, etc), estudos reportaram que a temperatura é o fator mais dominante (Lee, T.C. *et al.* 2010).

Segundo Arbués *et al.,* (2003) o consumo doméstico de água apresenta-se significativamente sensível às flutuações sazonais.

Maidment & Miaou (1986) citados por Arbués *et al.,* 2003 focaram o seu estudo na discussão dos efeitos da temperatura e da chuva no consumo doméstico de água, em nove cidades americanas de regiões diferentes e criticam a suposição comum de que o efeito destas variáveis no consumo doméstico de água é linear. Sugerem que a precipitação tem um efeito dinâmico: inicialmente reduz acentuadamente o consumo de água, mas posteriormente o seu efeito diminui ao longo do tempo. Deste modo, os consumidores parecem ter uma reação mais acentuada perante a ocorrência de chuvadas do que perante a sua duração. Os autores, observaram que, para precipitações superiores a 1,3 mm, o consumo diário era reduzido em

40%, e, se pelo contrário, a precipitação for inferior a 1,3mm, o consumo será reduzido em apenas 27%. Maidment & Miaou (1986) sugerem o valor máximo de 15,2 mm acima do qual deixa de existir contribuição da precipitação para uma diminuição do consumo de água. Foi ainda estudado o efeito da temperatura, o qual mostrou que a um aumento da temperatura está associado um aumento do consumo de água. No entanto, para temperaturas entre 4,4ºC e os 21,1ºC, a variação de consumo é praticamente desprezável. Zhanga & Songb (2006) chegaram às mesmas conclusões em relação à temperatura, mas apontam o valor de 15,6ºC acima do qual se verificam aumentos significativos nos consumos de água. Segundo Protopapas (2000), a temperatura tem um efeito acentuado no uso de água, em particular para temperaturas superiores aos 25ºC, no entanto não encontra relações entre o consumo e a precipitação.

Segundo Gleick, 1996, o uso da água do agregado familiar também muda com o clima. Por exemplo, o uso de água numa habitação que se situe numa região húmida tem valores de utilização de 0,05-0,04 m^3/pessoa dia e numa região seca, apresenta valores de 0,06-0,08 m^3/pessoa dia.

Segundo Gutierrez-Escolar A., *et al. (*2014), durante a época de verão, a temperatura ambiente é mais elevada e, portanto, a temperatura de entrada de água fria aumenta. O consumo de água permanece constante em diferentes meses exceto nos meses de verão em que é o período de férias. Esta situação foi reportada também por Sauri (2003) que estudou o consumo de água em 40 bairros de Barcelona e verificou importantes diferenças entre regiões, com consumos a variar de 110 a 400 litros per capita por dia.

Segundo Bouchelle *et al*., (2000), apesar do aquecimento de água não ser totalmente dominado pelo clima, tal como o aquecimento de um determinado espaço, é sensível às condições de temperatura ambiente. Na Figura 17 mostra-se como o consumo de energia diário com água quente variou com a temperatura média diária do ar registado no seu caso de estudo. Temperaturas ambientes mais baixas estão associadas a temperaturas de água mais baixas, o que implica um aumento da energia necessária para o aquecimento da água até obter a temperatura desejada.

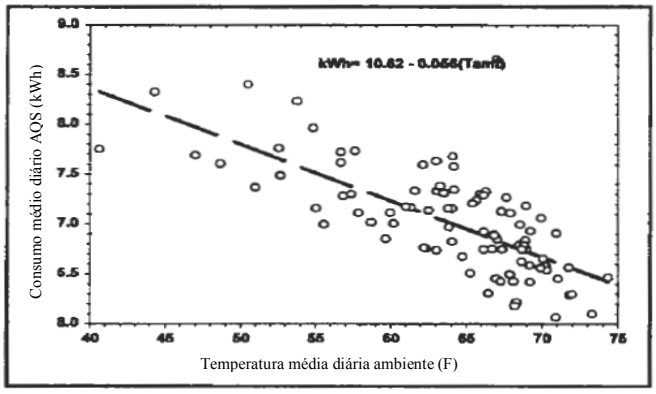


Figura 17 - Impacto da temperatura ambiente diária nos consumos de energia, no Inverno (Adaptado: Bouchelle, M.P. *et al.*, 2000)

Existe uma dispersão considerável, um traçado de regressão linear simples que explica uma variação de 58% no consumo de energia diário com água quente. Os autores incluíram ainda uma variável simulada para os fins-de-semana verificando que não influencia a regressão. O uso de águas quentes domésticas é ligeiramente superior no fim-de-semana, mas apesar desse aumento de consumo, essa influência não é tão significativa como a temperatura (Bouchelle *et al*., 2000).

Lee, T.C. *et al.* (2010) observou que durantes os meses quentes (de maio a outubro), há uma significância estatística (nível de 5%) positiva de correlação entre meses CDD (*cooling degree-days*) e a eletricidade mensal consumida per capita no setor doméstico durante quatro décadas (1970, 1980, 1990 e 2000), havendo um consumo crescente por CDD desde 1970s até 2000. Isto sugere que o consumo de eletricidade no setor doméstico tinha-se tornado cada vez mais sensível a alterações no CDD nesses 40 anos. Por outras palavras, por cada grau de CDD de aumento, mais eletricidade era consumida *per capita* em 2000 em comparação com as três décadas anteriores. Durante os meses frios (dezembro a fevereiro) não houve significância estatística de correlação entre os meses HDD (*heating degree-days*) e o consumo mensal de eletricidade ou gás per capita nas quatro décadas.

Heating degree days (HDD), traduzido para graus diários em que se torna necessário aquecimento, é uma variável que manifesta a severidade do frio, considerando a temperatura exterior e a temperatura interior. É o número de graus a que a temperatura media diária está abaixo dos 18ºC, considerando-se que abaixo desta temperatura os alojamentos requerem aquecimento. Esta variável permite explicar o efeito do clima no consumo de eletricidade no setor doméstico. Assim, altos valores de HDD indicam, que num determinado ano, houve uma maior necessidade de aquecimento doméstico, o que á partida requereu maior consumo de

eletricidade. No estudo de Wiesmann *et al.* (2011) concluíram-se que famílias que vivem em zonas com mais HDD tendem a consumir menos eletricidade do que famílias que vivem em zonas temperadas, sendo que este resultado contraria a lógica desta variável. Em Portugal, esta variável não é estatisticamente significativa, contrariando os resultados de Wiesmann *et al*. (2011).

Portugal apresenta um clima tipicamente moderado mediterrâneo, com invernos chuvosos, mas não necessariamente frios e verões secos. As suas regiões apresentam climas e temperaturas relativamente diferentes onde os invernos rigorosos incidem sobretudo na região Norte e Interior Centro (regiões mais montanhosas) e no resto do território Continental as temperaturas raramente atingem valores extremos. Desta forma, os consumidores não sentem necessidade de consumir mais ou menos eletricidade atendendo a variações de temperatura (temperatura baixa principalmente). Por outro lado, os verões têm sido cada vez mais quentes e secos o que requer necessidades de arrefecimento (Ferreira, J. 2015).

Gutierrez-Escolar A. *et al*. (2014) fez um estudo para estimar e reduzir o consumo doméstico de energia elétrica em água quente em Espanha. Os autores referenciam que as habitações não têm os mesmos consumos de energia, comparando casa com condições climáticas diferentes como casas na zona do Norte Atlântico em Espanha, com baixas temperaturas e casas na zona Mediterrânica, com temperaturas baixas, encontram bastantes diferenças nos consumos.

Arbués *et al.,* (2003) distinguem as habitações em que são utilizadas apenas uma parte do ano, ou como residência secundária, de residências principais o que possibilita a identificação das comunidades onde o uso sazonal pode ter um impacto superior.

Buchberger & Wells (1996) concluíram que os consumos domésticos variam com diferentes escalas temporais. Estas escalas podem ser horárias, diárias, semanais, mensais ou sazonais.

Para fortes movimentos de populações associadas a períodos festivos (e.g., Natal, pascoa, períodos de Verão) a generalidade das companhias de abastecimento de água sente uma forte influência da sazonalidade, tanto no que se refere a pessoas que afluem a uma dada região como a pessoas que deixam essa mesma região (Arbues & Garcia-Valinas citado por Silva, C. *et al*. 2014).

3) CASO DE ESTUDO: CARACTERIZAÇÃO DOS CONSUMOS DE ÁGUA E ENERGIA NUMA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

3.1) Introdução

Neste capítulo pretende dar-se cumprimento ao principal objetivo deste trabalho que consiste na caracterização, medição e análise dos consumos de água e de energia elétrica numa habitação unifamiliar, localizada em Vila Real, por um período de dois meses.

Será apresentada a metodologia utilizada, bem como a análise e discussão dos resultados obtidos.

3.2) Metodologia

Para dar cumprimento ao objetivo proposto, a metodologia utilizada inclui, numa primeira fase, a aplicação de um inquérito ao agregado familiar e, numa segunda fase, a realização de medição "*in situ*" no sentido de caracterizar os consumos de água e de energia pelo período de 2 meses e perante diferentes cenários de utilização.

No caso da monitorização dos banhos, testaram-se 4 cenários distintos para verificar se a colocação de redutores de caudal e a alteração da temperatura das águas quentes sanitárias teriam algum impacto nestes consumos e na sua relação.

Assim, para dar cumprimento ao objetivo proposto delinearam-se os seguintes objetivos específicos:

1. Escolha de uma habitação unifamiliar;
2. Caracterização da habitação e do agregado familiar;
3. Monitorização dos consumos de água e energia, bem como da duração de cada banho;
4. Monitorização do consumo de água e energia de cada lavagem da MLL e MLR.

3.2.1) Inquérito

Com o intuito de descrever e caracterizar da melhor forma o caso de estudo, foi elaborado e aplicado um inquérito ao agregado familiar que ocupava a habitação, que permitiu recolher dados relativos à habitação, à composição do agregado familiar e aos hábitos de consumo.

O inquérito encontra-se dividido em 4 partes (Anexo I):

Parte I – Caracterização do agregado familiar e do alojamento:

Neste ponto será feita uma abordagem sobre a composição e atividade profissional do agregado familiar, e ainda sobre as características do alojamento nomeadamente a tipologia da habitação, a sua localização, o número de divisórias, os dispositivos de utilização e a fonte de energia utilizada.

Parte II – Consumos interiores e exteriores:

Na secção referente aos consumos interiores e exteriores será feita uma análise sobre os hábitos domésticos do agregado familiar a nível de higiene pessoal, de utilização das máquinas de lavar e das refeições realizadas na habitação. Por ultimo ainda será feita uma breve descrição dos equipamentos de entretenimento e informática e da iluminação existente na habitação.

Parte III – Tipos de abastecimento de água:

Na exploração do tipo de abastecimento de água será descrito os tipos de abastecimento que possui e em quais parâmetros é que são utilizados, se possui sistema de aproveitamento de águas pluviais e aproveitamento de águas residuais.

Parte IV – Hábitos de poupança de água e energia elétrica:

Por ultimo, será recolhido algumas das medidas adotadas como forma de poupança de água e energia elétrica.

3.2.2) Medição dos consumos

Neste caso de estudo foram medidos, a duração, os consumos de água e os consumos de energia associados aos mesmos consumos de água, nos banhos e nas máquinas de lavar roupa e louça.

Relativamente aos banhos, os consumos de água foram medidos no contador e os consumos de energia associados aos banhos foram medidos por um medidor de energia individualizado, intercalado na tomada do termo-acumulador, ambos antes e depois de cada banho.

Com vista a testar a influência do caudal debitado e da temperatura das águas quentes sanitárias, nesta recolha foram testados quatro cenários diferentes que se encontram descritos na Tabela 6:

Tabela 6 -Caracterização dos quatro cenários de estudo.

Nome	n	Descrição	Período de recolha	Código
Cenário 1	47	Com Redutor T=60ºC	Outubro	C1RT60
Cenário 2	49	Com Redutor T=75ºC	Fim janeiro e inicio de fevereiro	C2RT75
Cenário 3	50	Sem Redutor T=75ºC	Fim de novembro e inicio de dezembro	C3T75
Cenário 4	47	Sem Redutor T=60ºC	Inicio de novembro	C4T60

Para os banhos, foram escolhidas duas medidas principais para avaliação da relação consumo de água / energia: a existência ou ausência de redutores de caudal no dispositivo de utilização do banho e a temperatura da água verificada no termo-acumulador.

Como se pode verificar no primeiro cenário (C1RT60) de estudo foi colocado um redutor de caudal no dispositivo de utilização de forma a avaliar a influência de utilização do mesmo e fixou-se a temperatura de 60ºC no termo-acumulador. Os dados deste cenário 1 foram recolhidos durante o mês de outubro, onde se registam temperaturas exteriores altas.

No segundo cenário (C2RT75) foi colocado um redutor de caudal no dispositivo de utilização do banho e fixou-se a temperatura de 75ºC no termo-acumulador. Os dados deste cenário 2 foram recolhidos no final do mês de janeiro e inicio de Fevereiro, onde se registam temperaturas exteriores baixas.

No terceiro cenário (C3T75) foi retirado o redutor de caudal do dispositivo de utilização e foi mantida a temperatura de 75ºC no termo-acumulador. Os dados deste cenário foram recolhidos no final do mês de novembro e inicio de Dezembro, onde se registam temperaturas exteriores muito baixas.

No quarto cenário (C4T60) foi retirado o redutor caudal do dispositivo de utilização e relativamente à temperatura do acumulador desta vez reduziu-se a temperatura para a temperatura de 60ºC no termo-acumulador. Os dados deste cenário foram recolhidos no inicio do mês de novembro onde se registam temperaturas exteriores baixas.

Importa referir que o termo-acumulador está muito próximo da saída de água no chuveiro, e, portanto, a temperatura desejada rapidamente é atingida, podendo ser desprezadas as perdas de água enquanto a água aquece.

No que diz respeito às máquinas de lavar roupa e louça foram medidos/registados os seguintes parâmetros: consumo de água (m^3), consumo de energia elétrica (kWh), o programa utilizado e a duração do programa (em minutos). Na máquina de lavar louça foram registados

os consumos para o programa 3, a 65ºC e com duração de 1h30 e para a máquina de lavar roupa o programa 60ºC e com duração de 1h51minutos. Neste caso, não foi utilizado nenhum medidor de energia na saída das tomadas que alimentam cada eletrodoméstico pois considerando a instalação encastrada destes, as tomadas de energia não estavam acessíveis. A forma utilizada para contornar esta situação foi deixar apenas ligado no quadro elétrico os disjuntores respectivos a cada eletrodoméstico, ligando um de cada vez, tendo assim sido obtido o consumo energético real de cada eletrodoméstico.

Na análise dos dados recorreu-se, quando aplicável, a dois programas estatísticos. Na análise descritiva e de correlações utilizou-se o Microsoft Excel 2016, na análise de variância usou-se o Java Modelling Tools – JMT 0.9.4 (2016).

No caso dos dados relativos aos banhos, procedeu-se, incialmente, a uma análise da significância estatística dos dados recolhidos (ANEXO III). Posteriormente, procedeu-se a uma análise mais complexa na qual se utilizou uma Análise de Variância (ANOVA), que permite a análise de três ou mais variáveis, contrariamente ao teste "*t-student",* que apenas permite comparar duas variáveis. Este procedimento é feito verificando o quão diferente cada média individual é da média geral, avaliando quão provável é que qualquer diferença entre duas condições se deva a erro amostral (Munro, B. 2001). Por último, foi feita uma análise de correlações de forma a descobrir o relacionamento entre variáveis, nomeadamente, a direção desse relacionamento. No caso dos dados das MLR e MLL este tratamento não foi possível pois foram poucas observações e foi testado só um cenário.

3.3) Análise e discussão dos resultados

3.3.1) Resultados obtidos através do inquérito

3.3.1.1) Parte I – Caracterização do agregado familiar e do alojamento

Relativamente ao alojamento, trata-se de uma moradia unifamiliar, de tipologia T2, sem garagem, localizado numa zona urbana, no centro da cidade de Vila Real. Esta habitação tem mais de 20 anos, contudo foi alvo de uma restauração total. Vila Real apresenta grande diversidade climática devido as formas de relevo que a caracterizam. Esta região caracteriza-se por ter um Inverno relativamente prolongado, chegando as temperaturas ocasionalmente abaixo dos 0ºC, sendo comum nevar pelo menos uma vez por ano em cotas acima de 600m. O Verão é normalmente curto, embora moderadamente quente, com temperaturas máximas elevadas, mas noites notavelmente frescas. Por vezes as diferenças de temperatura são bruscas. O clima

desta região é então classificado como temperado mediterrânico, com temperaturas de Inverno relativamente baixas e com chuvas concentradas no semestre frio.

O contador da água encontra-se facilmente acessível. A área envolvente é maioritariamente pavimentada, entre 10 e 20 m^2, com acesso público, não sendo aproveitada pelos moradores, servindo apenas de passagem para acesso, assim como o jardim (até $100m^2$) que é comum a outras habitações sendo tratado por esses moradores.

A habitação possui apenas uma casa de banho, com base de chuveiro (Anexo II) ou *poliban*, um bidé, um lavatório e uma sanita com autoclismo de descarga dupla. Na casa de banho existem três torneiras misturadoras e na cozinha também existe uma torneira misturadora.

Esta habitação tem como fonte de energia apenas a eletricidade ou energia elétrica, sendo utilizada no aquecimento do ambiente através de radiadores elétricos, no arrefecimento do ambiente através de um ventilador; no aquecimento de água através de um termo-acumulador (Anexo II), na cozinha através de placa vitro-cerâmica e por último em todos os restantes equipamentos elétricos. Possuem uma tarifa normal de eletricidade.

O agregado familiar é composto por três elementos, com idades de 24, 28 e 32 anos, um estudante, um profissional de baixa médica e um profissional ativo, respectivamente. Todos os elementos do agregado possuem formação superior universitária. Relativamente ao rendimento de cada membro do agregado, temos o Elemento 1 com um rendimento inferior a 500€, o Elemento 2 com um rendimento entre 500€ a 1000€ e o Elemento 3 com um rendimento superior a 1000€.

Na Tabela 6 é possível observarmos a ocupação da habitação ao longo do dia, durante a semana.

Tabela 7 - Ocupação da habitação ao longo do dia, durante a semana.

	07h-09h	09h-12h	12h-14h	14h-19h	19h-21h	21h-00h	00h-07h
Segunda	3	2	2	2	2	3	3
Terça	3	2	2	2	2	3	3
Quarta	3	2	2	2	2	3	3
Quinta	3	2	2	2	2	3	3
Sexta	3	2	2	2	2	3	3
Sábado	3	3	2	2	2	3	3
Domingo	3	3	3	2	2	3	3

Os membros do agregado possuem duas viaturas, mas estas não são sujeitas a lavagem com a água de abastecimento à habitação.

3.3.1.2) Parte II – Consumos interiores e exteriores

Considerando os consumos interiores verifica-se a ocorrência de três duches diários, com uma duração média de 10 minutos, nenhum banho (uma vez que não possuem banheira), e os duches são tomados, preferencialmente com a temperatura máxima no termo-acumulador.

A máquina de lavar roupa (Anexo II) é utilizada, em média, 3 vezes por semana, não sendo lavada à mão qualquer tipo de roupa. O período em que é mais comum utilizar a máquina de lavar roupa é durante a tarde (12:00 – 20:00). A máquina de lavar louça (Anexo II) é utilizada, em média, 3 vezes por semana, sendo raro a lavagem de louça a mão, sendo apenas lavadas panelas e pequenos utensílios, com duração média de 2 a 5 minutos. Durante o verão é lavada com água fria e durante o inverno com água quente. O período em que é mais comum utilizar a máquina da louça é no período da noite (20:00 – 8:00). Não existe nenhum tanque de água na habitação. Os moradores não possuem empregada de limpeza.

Contabilizando uma semana, são feitas em média, 14 refeições em que é utilizado o fogão. A placa de vitro-cerâmica e o forno independente são os equipamentos mais utilizados na preparação das refeições. A habitação possui um frigorífico com a respectiva classe de eficiência A++.

Caracterizando os equipamentos de entretenimento e informática, possuem duas televisões (Classe de Eficiência A+ e outra C), uma aparelhagem (CE D), três computadores, dois deles portáteis (CE) e um fixo (CE), uma impressora (CE).

Existem dois candeeiros com 12 lâmpadas de halogénio (consumo individual de 4W) no total na sala, uma lâmpada fluorescente tubular na cozinha (11-30W), uma lâmpada fluorescente compacta no corredor (11W), uma lâmpada incandescente com regulador de intensidade luminosa na despensa, uma lâmpada fluorescente compacta (11-30W) num dos quartos, duas lâmpadas LED (11W) nos candeeiros no quarto, 3 lâmpadas de halogénio (<30W cada lâmpada) noutro quarto, duas lâmpadas de halogénio (<30W), uma lâmpada LED (7W) e uma lâmpada fluorescente compacta (11-30W) na casa de banho, e por último uma lâmpada incandescente (25W) no exaustor.

A habitação não possui nenhum ponto de água exterior, nem piscina, nem nenhum anexo ou construção habitável, nem nenhum tipo de laboração ou atividade industrial que envolva o consumo de água ou eletricidade.

3.3.1.3) Parte III – Tipos de abastecimento de água

A habitação é abastecida de água pela rede pública sob gestão municipal, não possuindo qualquer tipo de furo ou poço artesiano. Desta forma, a água da rede pública é exclusivamente utilizada para consumo doméstico, possuindo saneamento. A habitação também não possui nenhum sistema de aproveitamento de águas pluviais nem de aproveitamento de águas residuais.

3.3.1.4) Parte IV – Hábitos de poupança de água e energia elétrica

Os inquiridos apresentam como medidas de poupança as seguintes.

Medidas adoptadas para poupança de água:

- Fechar a torneira enquanto se ensaboam as mãos;
- Fechar a torneira enquanto se escovam os dentes, complementada com a utilização de um copo;
- Fechar a torneira enquanto efetua o corte da barba;
- Fechar a torneira enquanto se ensaboa a louça;
- Utilizar as máquinas de roupa e louça com carga completa;
- Instalação de um autoclismo de dupla descarga;
- Instalação de redutores de caudal em todos os dispositivos de utilização.

Medidas adoptadas para poupança de energia elétrica:

- Não deixar a televisão em *standby*;
- Não colocar alimentos quentes no frigorifico/congelador, deixando-os arrefecer fora;
- Apagar o forno 5 minutos antes de estar pronta a refeição, aproveitando o calor restante;
- Retirar o carregador do telemóvel da tomada, quando o aparelho está carregado;
- Desligar o monitor do computador quando estiver a realizar alguma tarefa que não exige necessariamente o ecrã.

3.3.2) Medição dos consumos

O Gráfico 1 traduz a percentagem de consumos médios de água por tipo de utilização, na Máquina de Lavar Roupa (MLR), na Máquina de Lavar Louça (MLL) e nos duches.

Observa-se no Gráfico 1 que a esmagadora maioria dos consumos médios se encontra nos banhos (96%) sendo a MLL a responsável pelo o valor mais baixo de consumo médio de água (1%).

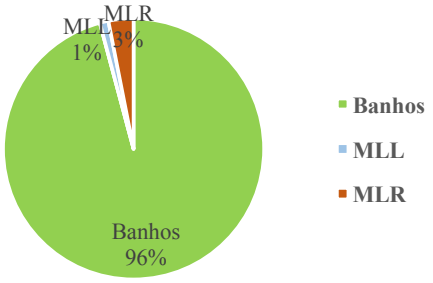


Gráfico 1 – Consumos médios de água (%) por tipo de utilização

O Gráfico 2 traduz a percentagem de consumos médios de energia elétrica por tipo de utilização, na MLR, na MLL e nos banhos.

Observa-se no Gráfico 2 que os consumos médios de energia elétrica estão mais equilibrados, sendo que a MLL apresenta o valor mais alto de consumo médio de energia elétrica (37%) e a MLR o valor mais baixo de consumo médio de energia elétrica (29%).

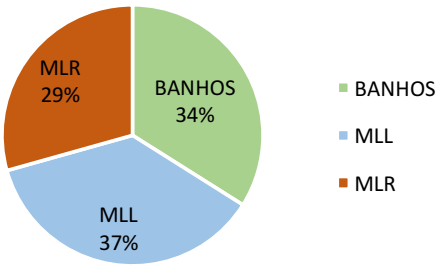


Gráfico 2 - Consumo de Energia Elétrica (%) por tipo de utilização

3.3.2.1) Banhos

No Gráfico 3, pode-se observar numa amostragem de cerca de 200 banhos os consumos de água (m^3) nos duches para os diferentes Cenários 1 a 4.

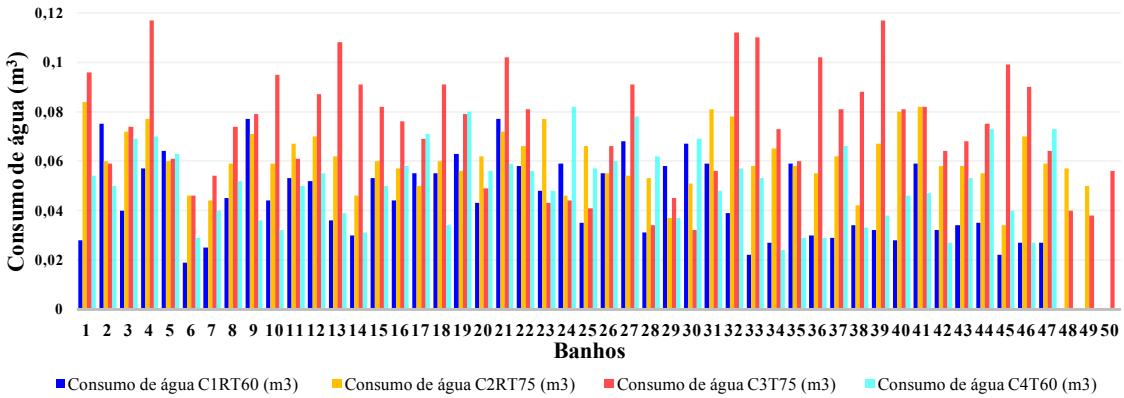


Gráfico 3 - Consumo de água (m^3) nos Cenários 1, 2, 3 e 4.

No C1RT60 é possível verificar-se que, na maior parte das observações este possui consumos de água inferiores em relação aos restantes cenários. Neste cenário, foi introduzido um redutor de caudal, tendo-se verificado que o mesmo teve um efetivo impacto na redução do consumo de água, em comparação com os restantes cenários.

No C2RT75 também foi aplicado redutor de caudal, tendo-se verificado comparativamente com o C1RT60 um ligeiro aumento do consumo de água, o que pode ser explicado pelo aumento da duração média dos banhos neste C2RT76, sendo, no entanto, inferior aos restantes cenários.

O C3T75 é o que reflete valores de consumo de água mais elevados de todos os cenários. Neste cenário, excluiu-se o redutor de caudal verificando-se um aumento considerável do consumo de água quando comparado com o C1RT60, que é o mais baixo, e o C2RT75, ambos possuindo redutores de caudal.

Por último, no C4T60, sem redutor de caudal, verifica-se um ligeiro aumento no consumo de água, em relação ao C1RT60. Comparando com o C3T75, também sem redutor de caudal encontra-se uma grande diminuição no consumo de água. Uma vez que, estes dois últimos cenários não possuem redutor de caudal, seria espectável que os consumos de água fossem semelhantes o que não se verifica. Esta situação poderá ser explicada pelo facto de que no C4T60 a temperatura da água era inferior, levando a uma redução na duração do banho e consequente diminuição do consumo de água. Relativamente ao C2RT75, 0 C4T60 apresenta uma ligeira diminuição no consumo de água.

No Gráfico 4 estão representados os consumos de energia elétrica (kWh) nos banhos para os Cenários 1, 2, 3 e 4, com uma amostragem de cerca de 200 banhos.

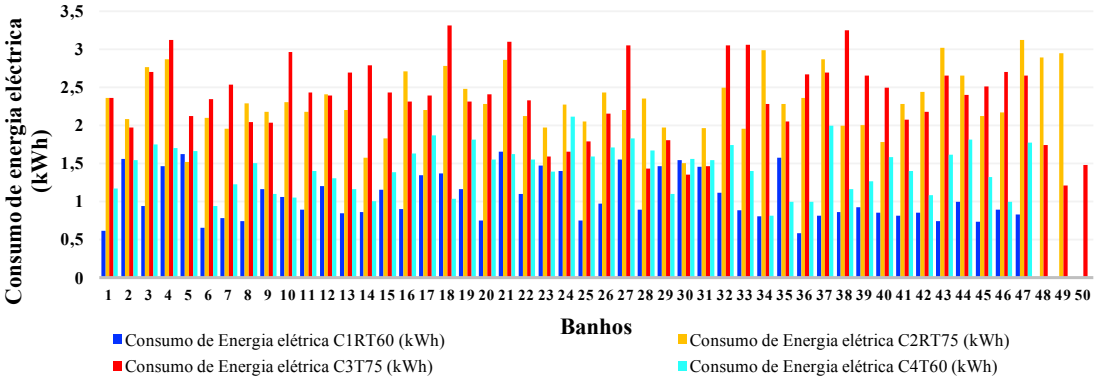


Gráfico 4 - Consumos de Energia Elétrica (kWh) nos Cenários 1, 2, 3 e 4.

Facilmente se verifica que, novamente, o C1RT60 apresenta consumos de energia elétrica inferiores em relação aos restantes cenários. Relativamente a este cenário, foi introduzida uma limitação na temperatura de 60ºC, fixada no termoacumulador, tendo-se verificado que a mesma teve um efetivo impacto na redução do consumo de energia elétrica, em comparação com os restantes cenários.

No C2RT75 limitou-se a temperatura máxima a 75ºC fixada no termoacumulador, tendo-se verificado comparativamente com o C1RT60 o dobro do consumo de energia elétrica, o que pode ser explicado pelo aumento da temperatura fixada no termoacumulador e ainda pelo aumento da duração média dos banhos neste C2RT75, confirmado mais à frente.

No que se refere ao C3T75, apresenta os valores mais elevados de consumos de energia. Neste cenário, inclui-se a temperatura máxima de 75ºC fixada no termoacumulador. Neste cenário foi aplicada a mesma temperatura no termoacumulador que no C2RT75, o que poderá ter conduzido a um consumo de energia elétrica semelhante, passando a ser também o dobro em relação ao C1RT60.

Por último, no C4T60, com a mesma temperatura fixada no C1RT60, verificou-se um ligeiro aumento no consumo de energia elétrica. Comparando com o C3T75, com a temperatura máxima de 75ºC fixada no termoacumulador, encontra-se uma grande diminuição no consumo de energia elétrica. Relativamente ao C2RT75, verifica-se uma elevada diminuição no consumo de energia, também explicado pela diferença de temperaturas fixadas no termoacumulador.

A Tabela 8 apresenta os valores da Média e do Desvio Padrão, relacionados com os consumos de água (lts) e de energia elétrica (kWh) e a duração dos banhos (em minutos), registados nos quatro cenários e os valores calculados, tais como, o consumo de água por

minuto (l/min) e a relação entre os consumos de energia e consumos de água (kWh/m^3), dos mesmos cenários.

Tabela 8 - Média e Desvio Padrão dos quatro cenários.

	Consumo de energia elétrica (kWh) (μ±ν)	Duração do banho (min) (μ±ν)	Consumo de água (lts) (μ±ν)	l/min (μ±ν)	Kwh/m^3 (μ±ν)
C1RT60	1,05±0,31	6,18±2,04	44,87±16,1	7,22±0,96	25,03±6,23
C2RT75	2,3±0,39	8,44±1,09	60,57±11,61	7,19±1,1	39,34±9,29
C3T75	2,34±0,52	7,08±1,97	73,66±22,89	10,42±1,44	33,26±6,77
C4T60	1,43±0,31	6,28±1,85	50,85±15,8	8,07±0,69	29,18±3,99

O Gráfico 5 representa os valores médios dos dados recolhidos nos quatro cenários.

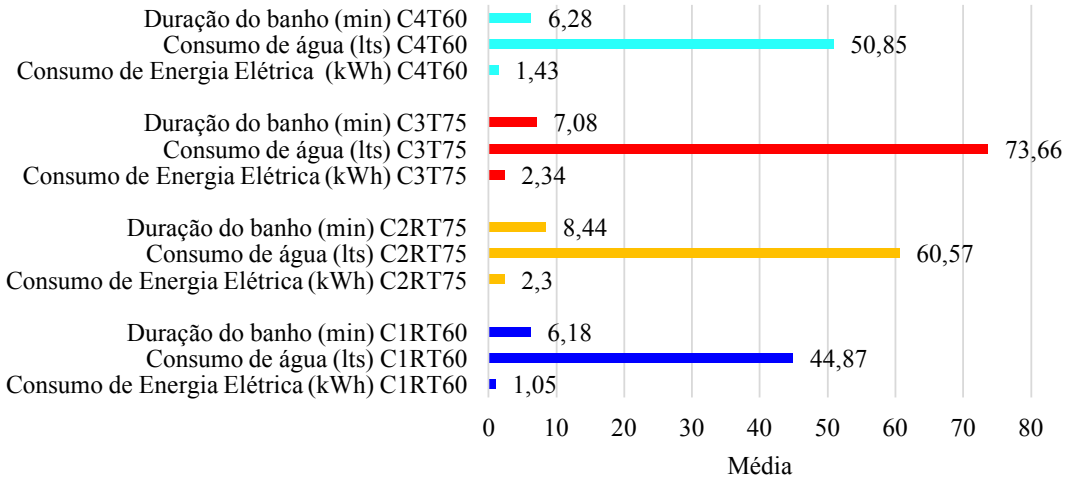


Gráfico 5 - Valores médios dos consumos domésticos e da duração dos banhos.

O C1RT60, é o cenário que apresenta os valores médios mais baixos nos consumos (44,87 lts e 1,05 kWh) e na duração do banho (6,18 minutos). Estes valores podem ser explicados pelas condições introduzidas, que remetem para a melhor gestão dos recursos (redutor de caudal e temperatura fixada no termoacumulador de 60ºC) concluindo assim a real influência das mesmas nos consumos.

O C2RT75 apresenta-se em segundo lugar nos cenários com valores médios mais elevados, com 60,57 lts de consumo de água, 2,3 kWh de consumo de energia elétrica, o dobro do C1RT60, e 8,44 minutos de duração média dos banhos. Neste cenário foi aplicado o redutor de caudal e fixada a temperatura máxima no termoacumulador (75ºC), que corroboram o facto dos consumos de energia elétrica aumentarem (comparativamente com os cenários com temperatura de 60ºC no termoacumulador) com o aumento da temperatura fixada no

termoacumulador. O facto dos consumos de água serem os segundos mais elevados deve-se à elevada duração média dos banhos, que é a maior em relação aos outros cenários.

No C3T75 é onde se verificam os maiores consumos de água e de energia elétrica, com uma média de 73,66 lts e 2,34 kWh, respetivamente. É neste cenário onde se registam um dos valores mais elevados da duração média do banho (7,08 minutos), o que poderá explicar o elevado consumo de água. O facto deste cenário ser caracterizado pela ausência de redutor de caudal e pela fixação da temperatura máxima no termoacumulador pode explicar os elevados consumos. Quando comparado com o C2RT75 verifica-se um consumo de energia elétrica idêntico, sendo este também o dobro em relação ao C1RT60. Em relação ao consumo de água, verifica-se um aumento de consumo de água quando comparado com o C1RT60, que é o mais baixo, e o C2RT75, ambos possuindo redutores de caudais.

Por ultimo, o C4T60 apresenta os segundos valores médios mais baixos de consumo de água e energia (50,85 lts e 1,43 kWh) e de duração média do banho (6,28 minutos). Verifica-se um ligeiro aumento nos consumos domésticos, em relação ao Cenário 1 que difere deste apenas na presença de redutor de caudal. Comparativamente com o C3T75, encontra-se uma grande diminuição no consumo de energia elétrica e no consumo de água, tendo sido apenas alterada a temperatura fixada no termo acumulador para 60ºC. Relativamente ao cenário com condições opostas deste, o C2RT75, verifica-se uma ligeira diminuição no consumo de água e uma elevada diminuição no consumo de energia elétrica.

O Gráfico 6 representa os valores médios calculados, relacionados com o consumo de água por minuto (l/min) e a relação entre os consumos de água e consumos de energia (kWh/m^3), nos quatro cenários.

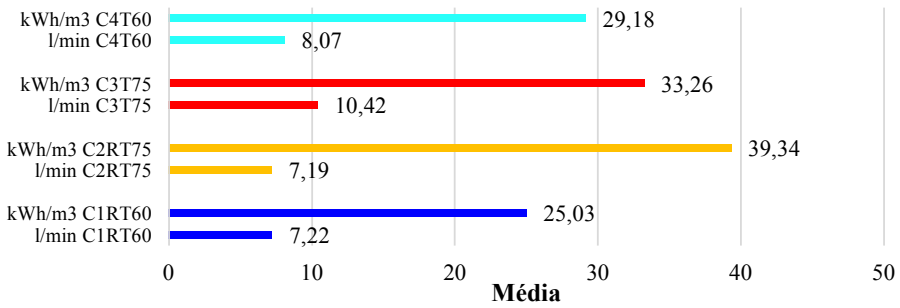


Gráfico 6 - Valores médios dos consumos em l/min e kWh/m^3, nos quatro cenários.

A Tabela 9 è referente aos valores de consumo e da duração dos banhos de acordo com as variáveis dos diferentes cenários.

Tabela 9 - Valores de consumo (media ± desvio padrão (μ±ν)) de energia elétrica (kWh), àgua (lts) e duração dos banhos (min.)

	Redutor de caudal			Temperatura			Redutor de caudal * Temperatura			
	Presença (μ±ν)	**Ausência** (μ±ν)	***p***	**60ºC** (μ±ν)	**75ºC** (μ±ν)	***p***	**C1RT60**	**C2RT75**	**C3T75**	**C4T60**
Consumo de energia elétrica (kWh)	1,69 ± 0,07	1,90 ± 0,07	<0.05	1,24 ± 0,04	2,32 ± 0,04	<0.001	<0.01	ns	ns	**ns**
Consumo de água (lts)	52,88 ± 2,01	62,61 ± 1,99	<0.001	47,86 ± 1.84	67,18 ± 1.89	<0.001	ns	ns	ns	**ns**
Duração do banho (min)	7,34 ± 0,20	6,69 ± 0,19	<0.05	6,23 ± 0.19	7,76 ± 0.18	<0.001	<0.01	ns	ns	**ns**

p: valor de significância; ns: não significativo

Verificou-se que os cenários com a temperatura de 75ºC (μ=2,32; p<0,001) bem como os cenários sem redutor de caudal (μ=1,90; p<0,05) são os que evidenciam um maior consumo de energia elétrica. O mesmo se constata no consumo de água, onde encontramos os cenários com 75ºC com uma média de 67,18 lts (p<0,001) e os cenários sem redutor com uma média de 62,61 lts (p<0,001). Relativamente à duração do banho, verificamos que os cenários com 75ºC são aqueles com maior duração (μ=7,76; p<0,001) tal como os cenários com redutores (μ =7,34; p<0,05).

Estes dados, vão de encontro às espectativas salientando-se que ao aumento temperatura, bem como à ausência de redutor de caudal, associa-se a um significativo aumento nos consumos domésticos. O facto da duração do banho ser inferior nos cenários com temperatura mais baixa poderá dever-se ao "mau-estar" percecionado pelo utilizador. Além disso, também verificamos que a presença de redutores de caudal influencia a duração dos banhos, podendo associar-se ao facto da pessoa demorar mais tempo a "lavar-se".

É o cenário com redutor de caudal combinado com uma temperatura fixada no termoacumulador de 60ºC (C1RT60), aquele que demonstra ter uma inferior duração dos banhos (p<0,01) e o que se traduz num consumo de energia elétrica (p<0,01) também mais eficiente. No entanto, não evidencia influência sobre o consumo de àgua (p>0.05). Nos restantes cenários, não se encontrou uma diferença significativa entre as diferentes combinações.

3.3.2.2) Máquinas de lavar

O Gráfico 7 representa o consumo de água (m^3) da Máquina de Lavar Louça e da Máquina de Lavar Roupa em estudo, considerando as 17 e 27 utilizações, respetivamente. Pode-se observar com clareza a superioridade e uma maior variabilidade nos consumos de água por parte da MLR em relação à MLL.

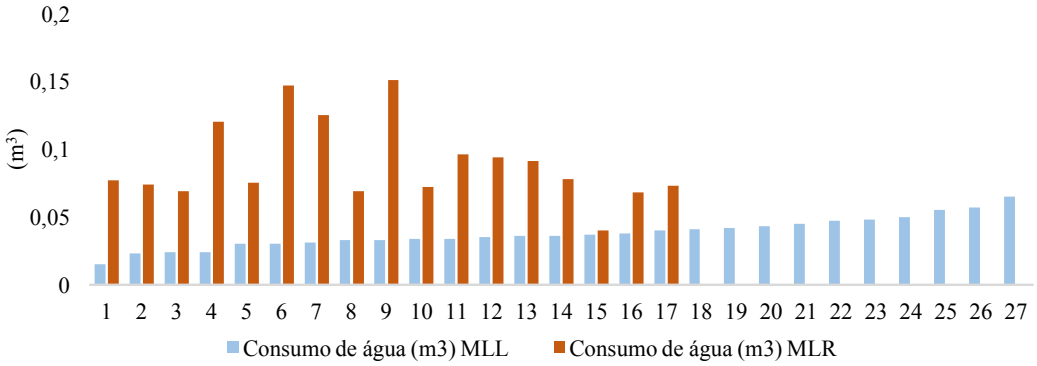


Gráfico 7 - Consumos de água na MLL e na MLR

O Gráfico 8 representa o consumo de energia elétrica (kWh) da Máquina de Lavar Louça e da Máquina de Lavar Roupa em estudo, nas 17 e 27 utilizações, respetivamente. Pode-se observar uma maior proximidade nos consumos por parte das duas máquinas, sendo que na Máquina de Lavar Louça, o consumo seja um pouco mais alto.

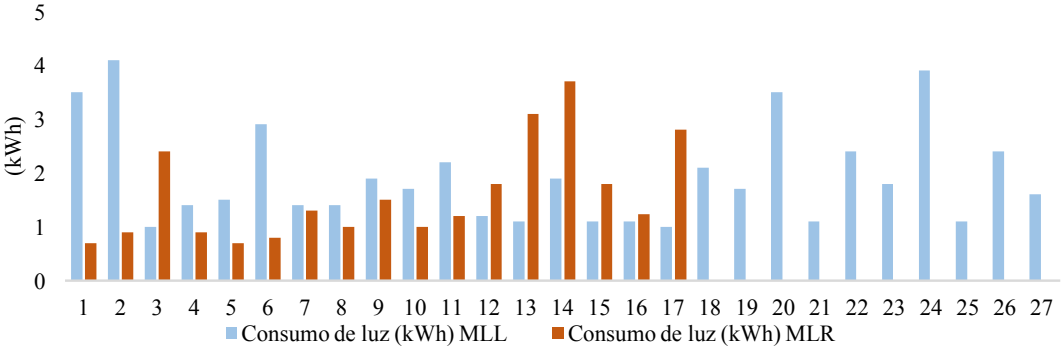


Gráfico 8 - Consumo de Energia Elétrica (kWh) na MLL e na MLR.

A Tabela 10 apresenta os valores da Média e do Desvio Padrão relacionados com os consumos de água (lts) e de energia elétrica (kWh) recolhidos para a máquina de lavar roupa (MLR) e para a máquina de lavar louça (MLL) e os valores calculados para a relação entre os consumos de água e consumos de energia (kWh/m^3).

Tabela 10 - Média e Desvio Padrão das máquinas de lavar

	Consumo de Energia Elétrica (kWh) (μ±v)	Consumo de água (lts) (μ±v)	kWh/m^3 (μ±v)
MLR	1,68±0,92	92,5±31,59	21,36±14,41
MLL	1,93±0,92	38±11,15	58,16±46,96

O Gráfico 9 representa os valores da Média e do Desvio Padrão, registados da MLL e da MLR.

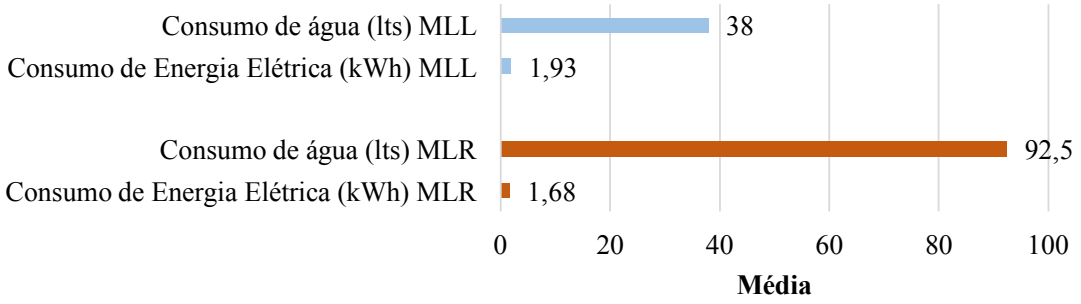


Gráfico 9 - Valores médios dos consumos domésticos de água e energia elétrica na utilização da MLL e da MLR.

Na MLL observa-se mais do dobro do consumo de água em relação à MLL, no entanto o consumo de energia elétrica é inferior.

O Gráfico 10 representa os valores médios calculados, relativos à relação entre os consumos de água e consumos de energia (kWh/m^3), na MLL e na MLR.

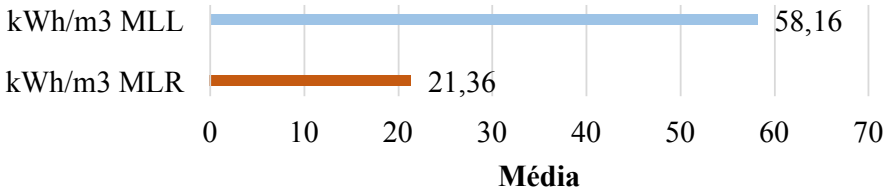


Gráfico 10 - Valores médios dos consumos em kWh/m^3, na MLL e na MLR.

3.3.2.3) Relação entre o consumo de água e energia e a duração do banho

O Gráfico 11 é um gráfico onde se apresentam os valores de correlação linear encontrados para as variáveis duração do banho (em minutos) e o consumo de água (m^3) no duche para os quatro cenários em estudo.

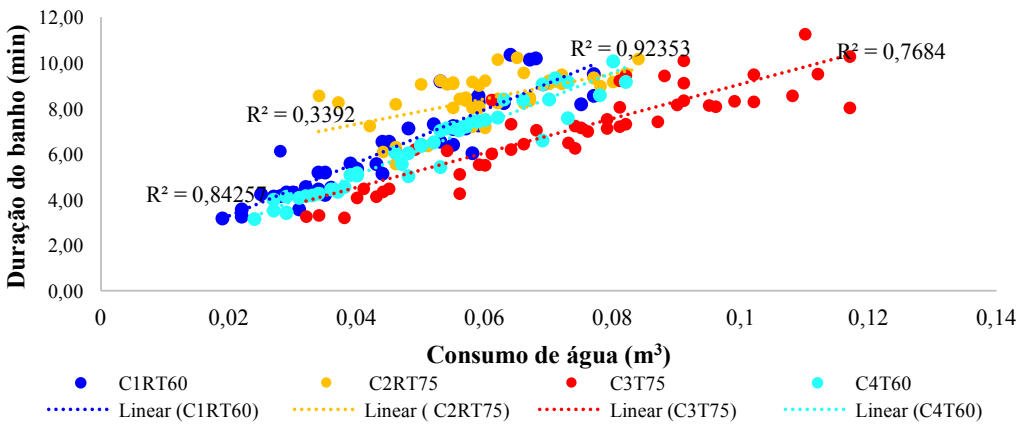


Gráfico 11 - Relação entre a duração do banho (min) e o Consumo de água (m^3) nos Cenários 1, 2, 3 e 4.

A análise do Gráfico 11 permite evidenciar que as duas variáveis estão fortemente relacionadas no C4T60 (R=0,9235) e no C1RT60 (R=0,8426). Embora com valores mais baixos encontra-se também correlação entre as variáveis no C3T75 (R=0,7684). O mesmo não se verifica no C2RT75 (R=0,3392) onde não existe correlação entre as variáveis.

Em todos os cenários, facilmente se percebe que com o aumento da duração do banho aumenta o consumo de água. O C1RT60 e o C4T60 apresentam uma duração média do banho muito semelhante, 6,18 minutos e 6,28 minutos, respetivamente, verificando-se uma proximidade nos consumos de água. Notoriamente, é no C3T75 que observamos consumos de água mais elevados, sendo que neste cenário a duração médio dos banhos é de 7,08 minutos. No entanto, mesmo não apresentando maiores consumos de água, é no C2RT75 que estão os valores médios da duração do banho mais elevados (8,44 minutos) de todos os cenários.

O Gráfico 12 é um gráfico onde se apresentam os valores de correlação linear encontrados para as variáveis duração do banho (em minutos) e o consumo de energia elétrica (kWh) no banho nos quatro cenários em estudo.

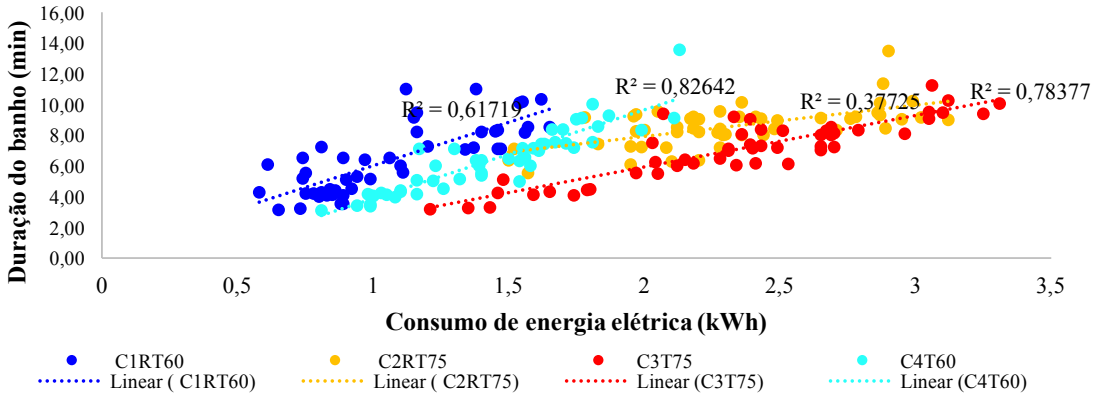


Gráfico 12 - Relação entre a duração do banho (min) e o consumo de energia elétrica (kWh) nos Cenários 1, 2, 3 e 4.

A análise do Gráfico 12 permite demonstrar que as duas variáveis estão fortemente correlacionadas no C4R60 (R=0,8264). Ainda que com valores mais baixos encontra-se também uma correlação entre as variáveis no C3T75 (R=0,7838) e no C1RT60 (R=0,6172), o mesmo não se verifica no C2RT75 (R=0,3772) onde não existe correlação entre as variáveis.

Para todos os cenários, facilmente se percebe que com o aumento da duração do banho aumenta o consumo de energia elétrica. O C1RT60 apresenta os consumos de energia mais baixos de todos os cenários (1,05 kWh), seguindo-se o C4T60 (1,43 kWh) que apresenta uma duração média do banho muito semelhante ao C1RT60. Observa-se uma semelhança de consumos de energia elétrica no C2RT75 e no C3T75. No entanto, é no C2RT75 que estão os valores médios da duração do banho mais elevados (8,44 minutos) de todos os cenários, tendo apenas 7,08 minutos no C3T75.

3.3.3) Relação entre o consumo de água e o consumo de energia

3.3.3.1) Banhos

O Gráfico 13 é um gráfico onde se apresentam os valores de correlação linear encontrados para as variáveis consumo de água (m^3) e o consumo de energia elétrica (kWh) durante o banho, nos quatro cenários em estudo.

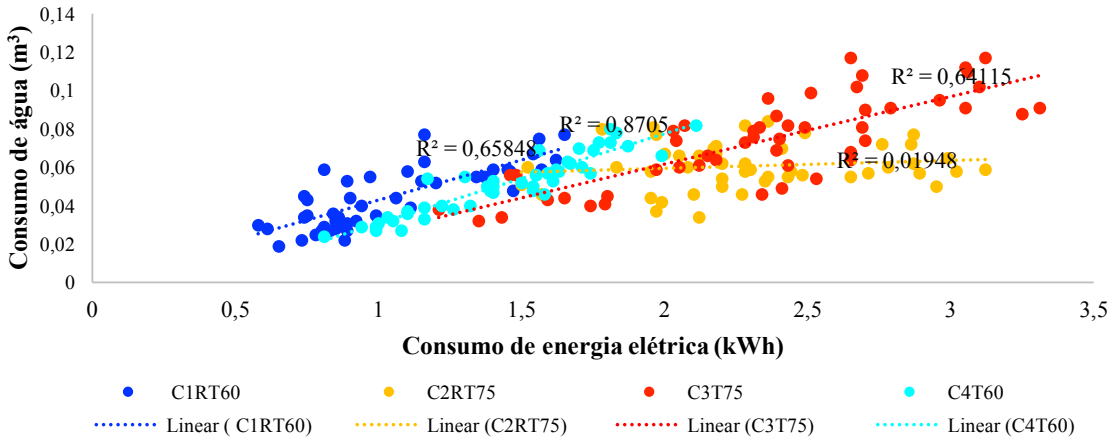


Gráfico 13 - Relação entre os consumos de água (m^3) e os consumos de energia elétrica (kWh) nos Cenários 1, 2, 3 e 4.

A análise do Gráfico 13 evidencia que as duas variáveis estão fortemente correlacionadas no C4T60 (R=0,8705). Ainda que com valores mais baixos encontra-se também uma correlação entre as variáveis no C3T75 (R=0,6412) e no C1RT60 (R=0,6585), o mesmo não se verifica no C2RT75 (R=0,0195) onde não existe correlação entre as variáveis.

Este resultado poderá ser explicado pelo facto de que no C2RT75 foram registados sempre os banhos da mesma pessoa, levando a uma igualdade de hábitos do banho, nomeadamente na duração, impedindo a variabilidade de valores.

Para todos os cenários, observa-se que com o aumento do consumo de água aumenta o consumo de energia elétrica associado. O C1RT60 é o que apresenta consumos de água e de energia elétrica mais baixos de todos os cenários. O C4T60 exibe um ligeiro aumento tanto nos consumos de água como nos consumos de energia elétrica, comparando com o C1RT60. O C2RT75 e o C3T75 demonstram consumos de energia semelhantes. No entanto, no C3T75 observa-se consumos de água mais elevados, sendo este o cenário com consumos de água superiores a todos os cenários.

O Gráfico 14 é um gráfico onde se apresentam os valores de correlação linear encontrados para as variáveis consumo de água (m^3) e o consumo de energia elétrica (kWh) durante o banho, nos dois cenários sem redutores e com temperaturas no termoacumulador diferentes. No C1RT60 e no C2RT75, foram introduzidos redutores de caudal e fixada a temperatura mínima de 60º C no termoacumulador.

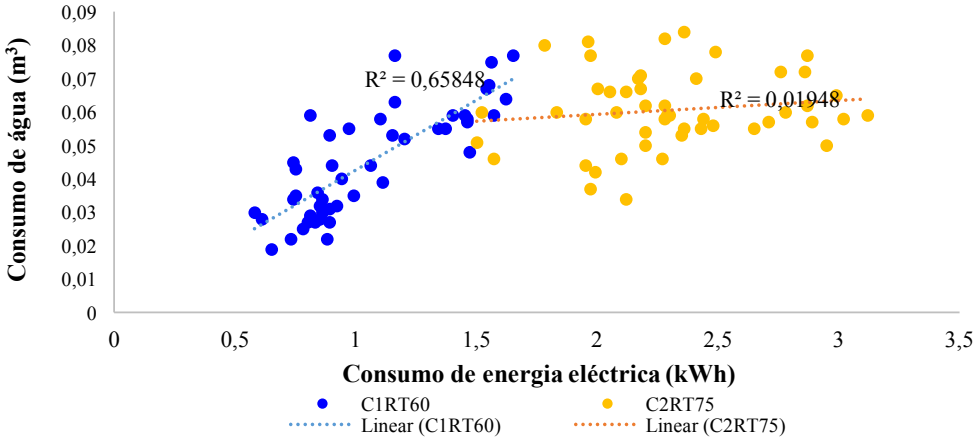


Gráfico 14 - Cenários 1 e 2, com redutores com temperatura no termoacumulador diferente.

Através da análise do Gráfico 14 podemos verificar que com um consumo de água semelhante e com a temperatura máxima no termoacumulador, o C2RT75 apresenta um consumo de energia elétrica claramente superior ao C1RT60, o que pode ser explicado pelo aumento da temperatura fixada no termoacumulador. Encontra-se uma correlação positiva entre o consumo de água e de energia elétrica no C1RT60 (R=0,6585), no entanto, no C2RT75 não existe correlação entre as variáveis (R=0,01948).

O Gráfico 15 é um gráfico onde se apresentam os valores de correlação linear encontrados para as variáveis consumo de água (m^3) e o consumo de energia elétrica (kWh)

durante o banho, nos dois cenários com redutores e com temperaturas no termoacumulador diferentes.

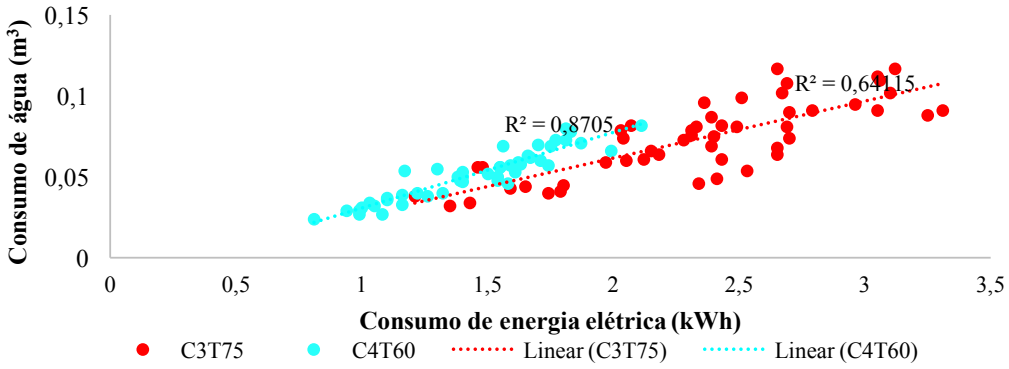


Gráfico 15 - Cenários 3 e 4, sem redutores com temperatura no termoacumulador diferente.

Através da análise do Gráfico 15 podemos verificar que com a temperatura máxima no termoacumulador, o C3T75 apresenta um consumo de energia elétrica superior ao C4T60. Uma vez que, estes dois cenários não possuem redutores de caudal, seria espectável que os consumos de água fossem semelhantes, o que não se verifica, podendo ser explicado com a diminuição na duração do banho devido à baixa temperatura fixada no termoacumulador. Observa-se uma correlação positiva forte entre o consumo de água e de energia elétrica no C4T60 (R=0,8705), e ainda que com valores mais baixos, no C3T75 existe uma correlação positiva entre as variáveis (R=0,6412).

O Gráfico 16 é um gráfico onde se apresentam os valores de correlação linear encontrados para as variáveis consumo de água (m^3) e o consumo de energia elétrica (kWh) durante o banho, nos dois cenários com temperatura no termoacumulador de 60ºC, um com redutor de caudal e outro sem redutor.

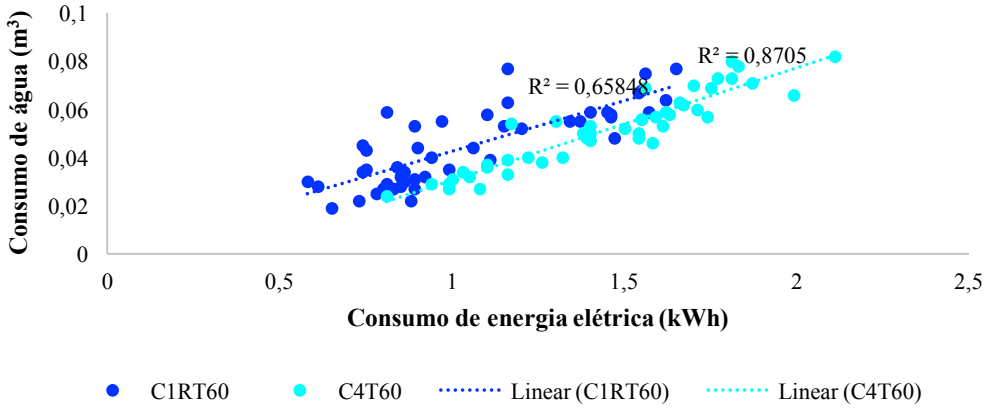


Gráfico 16 - Cenários com a mesma temperatura no termoacumulador (60ºC), C1RT60 com redutor de caudal e C4T60 sem redutor.

Através da análise do Gráfico 16 podemos verificar que tendo a mesma temperatura no termoacumulador (60ºC) nos dois cenários, e o C1RT60 possuir redutor de caudal e o C4T60 não possuir, este último apresenta um consumo de água semelhante ao C1RT60. No entanto, com a temperatura mínima fixada no termoacumulador (60ºC), o ligeiro aumento presente no consumo de água do C4T60 leva a um consumo de energia elétrica superior ao C1RT60. No C4T60, verifica-se uma correlação positiva forte entre as variáveis (R=0,8705), no entanto, no C1RT60 também se verifica uma correlação positiva entre as mesmas variáveis mas com valores inferiores (R=0,6412).

O Gráfico 17 é um gráfico onde se apresentam os valores de correlação linear encontrados para as variáveis consumo de água (m^3) e o consumo de energia elétrica (kWh) durante o banho, nos dois cenários com temperatura no termoacumulador de 75ºC, um com redutor de caudal e outro sem redutor.

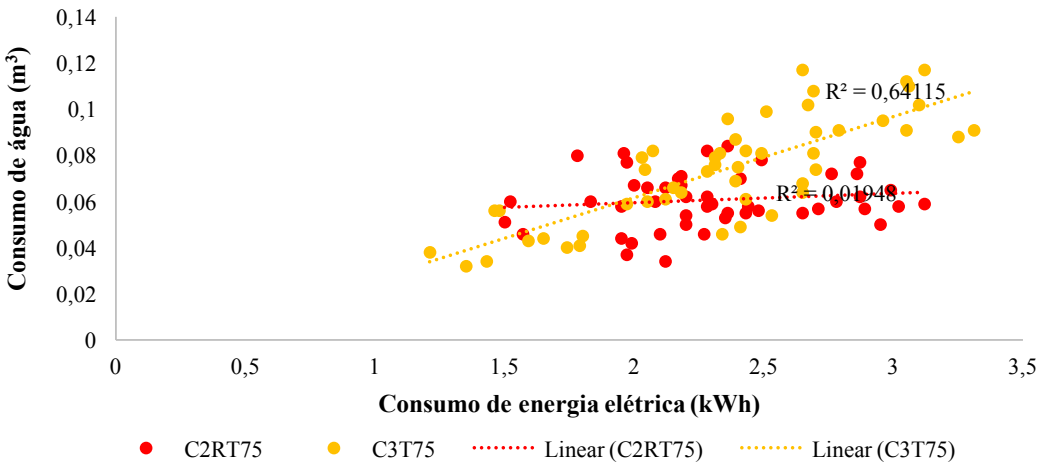


Gráfico 17 - Cenários com a mesma temperatura no termoacumulador (75ºC), C2RT75 com redutor de caudal e C3T75 sem redutor.

Através da análise do Gráfico 17 podemos verificar que tendo a mesma temperatura no termoacumulador (75ºC) nos dois cenários, e o C2RT75 possuir redutor de caudal e o C3T75 não possuir, apresentam consumos de energia semelhantes, havendo, no entanto, um ligeiro aumento no consumo de água no C3T75. No entanto, com a temperatura máxima fixada no termoacumulador (75ºC), o ligeiro aumento presente no consumo de água do C3T75 não influencia os valores do consumo de energia elétrica. O Gráfico 17, permite, observar uma correlação linear positiva entre o consumo de água e de energia elétrica no C3T75 (R=0,8705), e que no C2RT75 não existe uma correlação entre as variáveis (R=0,0195).

Por último, é de referir que, através da análise dos Gráficos 16 e 17, podemos verificar que o consumo de energia elétrica (kWh) é superior no C2RT75 e no C3T75 onde foi fixada uma temperatura de 75ºC no termoacumulador.

3.3.3.2) Máquinas de lavar

O Gráfico 18 é um gráfico onde se apresentam os valores de correlação linear encontrados para as variáveis consumo de água (m^3) e o consumo de energia elétrica (kWh) na Máquina de Lavar Louça.

A análise do Gráfico 18 permite demonstrar que as duas variáveis não estão linearmente correlacionadas (R=0,01201).

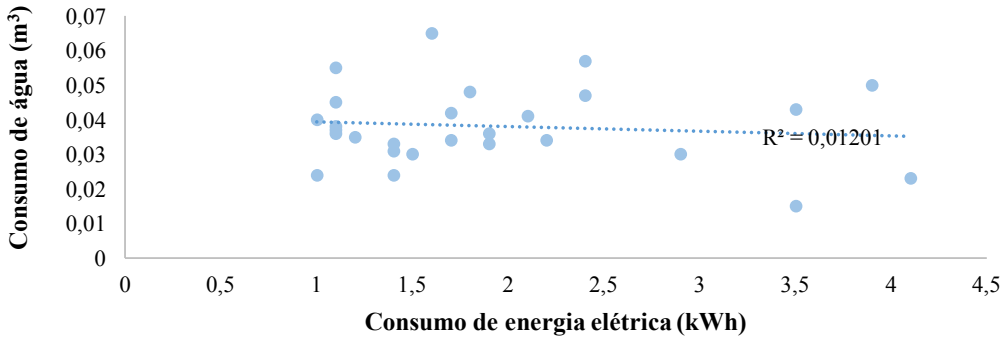


Gráfico 18 - Relação entre os consumos de água (m^3) e os consumos de energia elétrica (kWh) na MLL

O Gráfico 19 é um gráfico onde se apresentam os valores de correlação linear encontrados para as variáveis consumo de água (m^3) e o consumo de energia elétrica (kWh) na Máquina de Lavar Roupa. A análise do Gráfico 19 permite demonstrar que as duas variáveis não estão linearmente correlacionadas (R=0,0408).

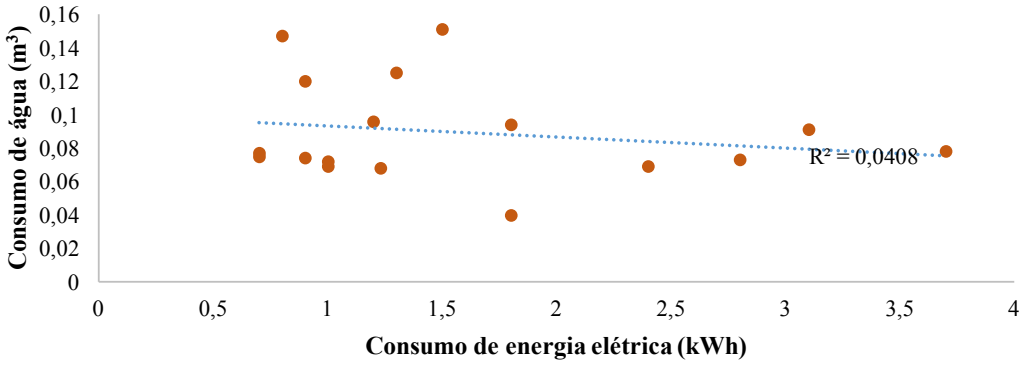


Gráfico 19 - Relação entre os consumos de água (m^3) e os consumos de energia elétrica (kWh) na MLR

3.3.4) Síntese dos Resultados

Os resultados obtidos evidenciaram que nos cenários 1, 3 e 4 as diversas variáveis (duração dos banhos (min), consumo de água (lts) e energia elétrica (kWh)) se encontram correlacionadas linearmente entre si. Relativamente à influência dos redutores de caudal nos consumos, encontraram-se correlações lineares moderadas a fortes no C1RT60 e no C4T60. No que refere à influência nos consumos da temperatura fixada no termoacumulador, verificaram-se correlações lineares moderadas a fortes no C3T75 e no C4T60. O C2RT75 não evidenciou valores de correlação representativos, pelo que se pensa que possa estar associado ao facto da duração dos banhos não sofrer grande variação neste cenário, por serem todos da mesma pessoa. Os dados indicaram que a presença de redutores de caudal faz diminuir o consumo de energia elétrica ($p<0.05$) e o consumo de água ($p<0.001$), no entanto, faz aumentar a duração dos banhos ($p<0.05$). Uma menor temperatura no termoacumulador implicou uma diminuição do consumo de energia elétrica assim como um menor consumo de água ($p<0.05$) e uma menor duração dos banhos ($p<0.001$). A combinação da presença de redutor de caudal e da temperatura de 60ºC fixada no termoacumulador teve uma influência significativa sobre o consumo de energia elétrica($p<0.01$) e sobre a duração dos banhos ($p<0.01$) não tendo influência sobre o consumo de àgua ($p>0.05$).

4) CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A presente dissertação de Mestrado assentou no desenvolvimento de um caso de estudo que pretendeu avaliar a interdependência entre o consumo doméstico de água e energia elétrica.

A componente metodológica deste estudo englobou a medição e análise dos consumos de água e energia elétrica referente às máquinas de lavar (roupa/louça) e quatro cenário distintos de banhos. Após a análise de correlações, nos quatro cenários, verificou-se que existe uma correlação entre os consumos domésticos de água e energia elétrica, salientando que as variações se assumem sobretudo ao nível da temperatura fixada no termoacumulador e na presença ou ausência de redutor de caudal. Neste sentido, o cenário onde existe redutor de caudal e uma temperatura fixada no termoacumulador de 60ºC, aparece como sendo o mais eficiente, contrariamente ao cenário no qual não existe redutor de caudal e a temperatura fixada no termoacumulador é de 75ºC, sendo os consumos claramente superiores.

Realizou-se também uma análise de variância, com o recurso à técnica ANOVA, onde se verificou existir em diferenças de médias estatisticamente significativas nos consumos (água e energia elétrica) mediante a temperatura fixada no termoacumulador e a presença ou não de redutor de caudal. Efetuou-se uma análise da combinação das variáveis nos diferentes cenários, de forma a verificar-se qual o que permite uma maior otimização dos consumos. Concluiu-se que o cenário com redutor de caudal e com temperatura fixada no termoacumulador de 60ºC foi, tal como na análise de correlações, o que evidenciou ser mais eficiente.

Os dados recolhidos permitem evidenciar que existem estratégias de gestão destes recursos que os consumidores podem/devem ter em consideração. Porém, a população adquiriu ao longo dos tempos hábitos de consumo, os quais estão enraizados na cultura e para serem alterados têm de ser adotadas medidas de consciencialização da problemática "água-energia" por parte de entidades competentes, de forma a alterar comportamentos.

Esta investigação teve algumas limitações que poderiam ser melhoradas/aprofundadas em trabalhos futuros. Este foi um caso de estudo, restrito apenas a uma habitação unifamiliar, não permitindo avaliar uma maior diversidade de hábitos de consumo. Inquéritos a uma amostra mais alargada poderão permitir analisar de forma mais aprofundada a influência das variáveis recolhidas no comportamento dos consumos. Por forma a entender e a recomendar estratégias de conservação de água e de energia, seria também necessária a caracterização dos consumos domésticos, bem como a recolha de informação de base sobre as características sociodemográficas e do alojamento e dos hábitos do agregado familiar. Outro aspeto que poderá

também ser tido em consideração em futuros estudos refere-se à introdução de uma outra variável "temperatura exterior". Apesar de não terem sido recolhidos de forma sistemática os valores de temperatura exterior neste estudo, verificou-se uma tendência de menores consumos de energia elétrica aquando de temperaturas exteriores mais elevadas, contrariamente aquando de temperaturas exteriores inferiores, podendo ser esta variável uma mais valia no estudo da variabilidade de consumos. Outro trabalho futuro que teria bastante utilidade seria a correlação entre os dados recolhidos pelo inquérito e a perceção comportamental dos utilizadores e consequentemente a sua influência nos consumos de água e energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADENE, (2010). *Guia da Eficiência Energética.* Algés: ADENE-AGÊNCIA PARA A ENERGIA.

Alegre, H., P. Machado, *et al.* (1992). *Caracterização dos consumos domésticos de água na cidade de Lisboa.* Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Almeida, M. C., J. M. Batista, *et al.* (2004). *Efficient use of water in Portugal: a national program*. IWA-World Water Congress. 19-24 of September 2004, Marrakech, Morocco.

Almeida, M. C. *et al*. (2006). *Uso eficiente da água no sector urbano*. Série Guias técnicos 8. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa, Portugal

Arbués, F., & Barberán, R. (2000). Water price impacto n residential water demand in the city of Zaragoza. A dunamic panel data approach. Paper presented at the 40th European Congresso of the European Regional Studies Association, August 30-31 Barcel.

Arbués, F., & Garcia-Valiñas, M. (2003). *Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review.* Journal of Socio-Economics 32, (1): 81-102.

Arbués, F., Barberán, R. e Villanúa, I. (2004). *Water price impact residential water demand in the city of Zaragoza. A dynamic panel data approach.*

Arbués, F., Garcia-Valiñas, M.A. e Martínez-Espiñeira, R. (2003). *Estimation of residential water demand: a state-oh-the-art review.* Journal of Socio-Economics 32 (2003) 81-102

Barkatullah, N. (2002). OLS and instrumental variable price elasticity estimates for water in mixed-effects model under multiple tariff structure. *London Economics Working Papers and Economic Briefs*, 1-28.

Bladh, M. e Krantz, H. (2008). *Towards a bright future? Household use of electric light: A microlevel study*. Department of technology and social change, Linkoping University, SE-581 83, Suécia

Blázquez, L., Boogen, N. e Filippini, M. (2012). *Residential electricity demand for Spain: new empirical evidence using aggregated data*. CEPE Working Paper No. 82.

Bouchelle, M.P., Parker, D.S., e Anello, M.T. (2000). *Factors influencing water heating energy use and peak demand in a large scale residential monitoring study.* Energy Systems Laboratory http://esl.tamu.edu; Texas A&M University (http://www.tamu.edu). Available electronically from http://hdl.handle.net/1969.1/6806.

Borg, M., Edwards, O. e Kimpel, S. (). *A study of individual household water consumption*. Water Science and Management.

Cheng, C. (2002). Study of the interrelationship between water use and energy conservation for a building. *Energy and Buildings*, 261-266.

Colombo, A.F., & Karney, B. W. (2003). The labyrinth of eater distribution sustems: demand, energy and climate change. *First Joint Conference IAHR-IWA on Punps, Electomechanical Devices and Systems, Valência, Spain.*

DGGE, 2004. *Eficiência energética em equipamentos e sistemas elétricos no sector residencial.* DGGE/IP$_3$E. Lisboa, abril, 2004.

Eurostat (2015). *Energy statistics - electricity prices for domestic and industrial consumers, price componentes.* http://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nrg_pc_204_esms.htm.

Evarts, J.C. e Swan, L.G. (2012). *Domestic hot water consumption estimates for solar thermal system sizing.* Energy and Buildings 58 (2013) 58-65.

Ferreira, F.A.A., (2012). *Referenciais para os níveis de consumo de água sustentáveis em edifícios de habitação*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, especialização em Construções Civis. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. 118 pp.

Ferreira, J.T.F. (2015). *O consumo de eletricidade do setor residencial em Portugal: fatores explicativos.* Dissertação de Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. 48 pp.

Gleick, P.H. (1996). *Basic water requirements for human activities: Meeting basic needs.* Pacific Institute for Studies in Development, Environment and security. Oakland CA, U.S.A.

Gutierrez-Escolar, A., Castillo-Martinez, A., Gomez-Pulido, J.M., Gutierrez-Martinez, J.M. e Stapic, Z. (2014). A new system to estimate and reduce electrical energy consumption of domestic hot water in spain. Em: www.mdpi.com/journal/energies.

Gregório, V., & Martins, M.Q. (2011). Conexões para uma nova sustentabilidade. *Congresso de Geografia Portuguesa,* 1-6.

Hobson, C., & Jeffrey, P. (19-24 de September de 2004). Housing characteristics and their importance in predicting water demand – a study of the Three Valleys water region allocated for regional development. *IWA World Water Congress,* pp. Marrakech, Marroco.

Hoover, J.H. e Scott, C.A. (2009). *The Arizona Water-Energy Nexus: Electricity for Water and Wastewater Services.* Presented at the 2009 Association of American Geographers Annual Meeting. Las Vegas, NV.

IEA - International Energy Agency (2016). Energy Policies of IEA Countries: Portugal 2016 Review. International Energy Agency, Paris.

Instituto Nacional de Estatística (INE). (2010). *Inquérito ao Consumo de Energia no Setor Doméstico*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística (INE), I.P.

Janda, K.B. (2011). *Buildings don't use energy: people do*. Architectural science review, 15-22.

Kempton, W. (1984). *Residential hot water: A Behaviorally-Driven system.* Michigan State University.

Kim, S. H., & Choi, S. H. (2007). Trend analysis of domestic water consumption depending upon social, cultural, economic parameters. *Water Science & Technology: Water Supply,* 7(5-6): 61-68.

Klapper, H. (1987). Pricing of Water Services. *Intertionale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie,* 73(5): 145.

Klein, G. *et al.,* (2005). *California's Water – Energy Relationship*. California energy commission.

Koeller, J. & Company (2007). *Evaluation of potential best management practices – residential hot water distribution.* The California Urban Water Conservation Council.

Lee, T.C., Kok, M.H. & Chan, K.Y. (2010). *Climatic influences on the energy consumption in domestic and commercial sectors in Hong Kong*. The 16th annual international sustainable development research conference, Hong Kong Observatory, China.

Loureiro, D., Pinheiro, L., Rebelo, M., Salgueiro, A.R., Medeiros, N., Covas, D. e Alegre, H. (2008). *Estudo dos fatores mais relevantes que influenciam o consumo doméstico de água: O caso de estudo do complexo de edifícios: Twin-Towers.* LNEC. 16pp.

Loh, M., & Coghlan, P. (2003). Domestic water use study. *Perth, Western Australia, Water Corporation 2007.*

Lyman, R. (1992). Peak and Off-Peak Residential Water Demand. *Water Resources Research,* 28(9):2159-2167.

Maidment, D. R., & Miaou, S. P. (1986). Daily water use in nine cities. *Water Resources Research WRERAO*, 22(6): 845-851.

Marcos, P. (2013). *Variação do consumo de água – o peso dos fatores intervenientes.* Projeto de Engenharia Civil I. Universidade de Trás-os-Montes e Alto douro. Vila Real. 75pp.

Morais, L.F.V. (2009). *Consumos energéticos no Sector Residencial: um caso de estudo*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real. 150pp.

Munro, B.H., (2001). *Statistical Methods for health care research*. Fourth Edition. Lippincott: Philadelphia, New York, Baltimore.

Nauges, C., & Thomas, A. (2000). Privately operated utilities, municipal price negotiation, and estimation of residential water demand: the case of France. *Land Economics – University of Wisconsin Press,* 76 (1): 68-85.

Plappally, A., & V,J. L. (2012). Renewable and Sustainable Energy Reviews: Energy requirements for water production, treatment, end use, reclamation, and disposal. ELSEVIER, 4818-4848.

PNEUA. (2001). *Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território – Estudo elaborado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) com apoio do Instituto Superior da Agronomia (ISA).* Lisboa.

Protopapas, A. L. (2000). Weather Effects on Daily Water use in New York City. *Journal of Hydrologic Engineering*, 5(3): 332-338.

Rodrigues, M.C.B.P. (2011). *Eficiência energética no setor residencial*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica na especialidade de Energia e Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra. Coimbra. 106pp.

Rodriguéz-Hidalgo, M.C., Rodriguéz-Aumente, P.A., Lecuona, A., Legrand, M. e Ventas, R. (2012). *Domestic hot water consumption vs. solar thermal energy storage: The optimum size of the storage tank.* Applied Energy 97 (2012) 897-906.

Romero-Jordán, D. *et al.,* (2014). *Analysing the determinants of household electricity demand in Spain. An econometric study.* International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 63, 950–961.

Russac, D.A., & Rushton, K.R. (1991). Insights into domestic demand from a metering trial. *Water and Environment Journal, 5(3):242-351*.

Silva, C. *et al.* (2014). *Consumo de água em ambiente rural e urbano – a relação com o consume de energia.* Projeto de Licenciatura em Engenharia Civil. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real. 85pp.

Vieira, A. S. e Ghisi, E. (2016). *Water-energy nexus in houses in Brazil: comparing rainwater and gray water use with a centralized system.* IWA Publishing 2016. Water Science & Technology: Water Supply 16.2 (2016).

Whitworth, C. (28-29 September 2000). Water pricing in England and Wales. *Economic Instruments and Water Policies in Central and Eastern Europe: Issues and Options,* pp. Szentendre-Hungary.

Wiesmann, D. *et al.,* (2011). *Residential electricity consumption in Portugal: Findings from top-down and bottom-up models.* Energy Policy, 39, 2772–2779.

Willis, R., Stewart, R.A., Talebpour, M.R., Mousavinejad, A., Jones, S. e Giurco, D. (2009). *Revealing the impact of socio-demographic factores and efficient devices on end use water consumption: case of Gold Coast, Australia.* International Water Association (IWA) Efficient 2009

Worthington, A.C. & Hoffmann, M. (2006). *A state of the art review of residential water demand modelling.* University of Wollongong. Faculty of Commerce – Papers (Archive).

Zhanga, J., & Songb, R. (27-30 de August de 2006). Short-term water demand forecasting: a case study. *8th Annual Water Distribution Systems Analysis Symposium, Cincinnati, Ohio,* USA, P. University of Cincin

ANEXO I

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES

E ALTO DOURO

(Departamento de Engenharia Civil – Tese de Mestrado)

"Relação entre o consumo de energia e o consumo de água ao nível do utilizador final"

Questionário elaborado pela discente Diana Faria para a caracterização e estudo da relação entre o consumo de água e de energia ao nível do utilizador final, no âmbito de um projeto de investigação para a Dissertação de Mestrado, 2014/2015, sob a orientação da Professora Doutora Ana C. Matos e a Professora Doutora Ana Sá.

PARTE I – CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO FAMILIAR E DO ALOJAMENTO

1. Composição do agregado familiar

1.1.Indique quantas pessoas compõem o seu agregado familiar: _____

1.2.Indique as idades dos elementos que compõem o agregado familiar (ordene por ordem crescente de idades):

Membro 1	Membro 2	Membro 3	Membro 4	Membro 5	Membro 6
_____anos	_____anos	_____anos	_____anos	____anos	_____anos

1.3.Indique o número de membros que se encontram na habitação nos seguintes horários:

	07h-09h	09h-12h	12h-14h	14h-19h	19h-21h	21h-00h	00h-07h
Segunda							
Terça							
Quarta							
Quinta							
Sexta							
Sábado							
Domingo							

1.4.Em que períodos do ano é mais comum os elementos do agregado familiar fazerem férias? (entende-se por período de férias um período de ausência superior a 4 dias.):

Natal	Carnaval	Páscoa	Verão	Outros períodos (especifique quais)
☐	☐	☐	☐	

2. Atividade profissional

2.1. Indique o número de membros do seu agregado familiar que são:

Profissionais ativos	Estudantes	Não ativos[1]

[1] *Não ativos: domestica, reformados/aposentados, desempregados*

2.2. Indique o nível de escolaridade (em curso ou concluído) de cada um dos membros do agregado familiar, colocando uma cruz no quadrado apropriado:

	Membro 1	Membro 2	Membro 3	Membro 4	Membro 5	Membro 6
Ainda não anda na escola	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1º Ciclo (1ª- 4ª ano)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2º Ciclo (5ª- 6ª ano)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3º Ciclo (7ª- 9ª ano)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ensino secundário (10ª- 12ª ano)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Formação universitária	☐	☐	☐	☐	☐	☐

2.3. Indique entre que valor está situado o rendimento de cada membro do agregado familiar:

	Não tem rendimento	Menos de 500€	Entre 500€ e 1000€	Mais de 1000€
Membro 1	☐	☐	☐	☐
Membro 2	☐	☐	☐	☐
Membro 3	☐	☐	☐	☐
Membro 4	☐	☐	☐	☐
Membro 5	☐	☐	☐	☐
Membro 6	☐	☐	☐	☐

3. Caracterização do alojamento

3.1. Tipologia do edifício:

Moradia unifamiliar	☐	T1	☐
Moradia geminada ou em banda	☐	T2	☐
Moradia multifamiliar	☐	T3	☐
Apartamento	☐	T4 ou mais	☐

3.2. Indique se tem garagem:

Sim	☐	Comum	☐
Não	☐	Privada	☐

3.2.1. Indique se tem ponto de água: Sim ☐ Não ☐

3.2.2. Indique o número de viaturas pertencentes à habitação: _____

3.2.3. As viaturas são lavadas em casa? Sim ☐ Não ☐

3.2.4. Em média, quanto tempo demora, em minutos, a lavagem de cada viatura? _____

3.3. Indique, entre que valores se situa a idade da sua habitação?

Menos de 5 anos	☐
Entre 5 e 20 anos	☐
Mais de 20 anos	☐

3.4. Indique se possui piscina artificial construída?

Sim	☐
Não	☐

Largura	Comprimento
_____ metros	_____ metros

3.4.1. Com circulação e filtragem de água? Sim ☐ Não ☐

3.5. Indique se a fração possui terraço acessível? Sim ☐ Não ☐

3.5.1. Indique a área aproximada do terraço:

<10m2	☐
Entre 10 e 20m2	☐
>20m2	☐

3.5.2. Com que frequência, aproximadamente, este é lavado:

1 Vez por mês	☐
2 Vezes por mês	☐
1 Vez por semana	☐
2 Vezes por semana	☐
Outra	☐

Qual?_____

3.6. Indique se a sua habitação possui algum tipo de área ajardinada ou cultivada:

Sim	☐
Não	☐

3.6.1. Assinale o tipo de uso do seu solo:

Jardim	☐
Hortícola	☐
Pavimentado	☐
Outro	☐

Qual?_____

3.6.2. Se respondeu sim à pergunta sobre possuir jardim, diga se possui sistema de rega automático:

Sim	☐
Não	☐

3.7. Assinale a área aproximada do terreno que envolve o seu edifício:

Até 5m^2	☐	Entre 100 e 500m^2	☐
Entre 5 e 20m^2	☐	Entre 500 e 2000m^2	☐
Entre 20 e 50m^2	☐	Entre 2000 e 10000m^2	☐
Entre 50 e 100m^2	☐	Entre 10000m^2	☐

4. Compartimentos e dispositivos instalados no alojamento

4.1. Indique o número de casas de banho existentes na sua habitação: _____

4.2. Indique o número de bases de chuveiro e banheiras:

Bases de chuveiro	
Banheiras	

4.3. Indique a distância, aproximada, em metros, entre a saída de água quente mais próxima do abastecimento e o seu abastecimento de água: _____

4.4. Indique o de número de sanitas com autoclismo:

Exterior de carga simples	Exterior de carga dupla	Interior à parede

4.5. Indique o de número total de torneiras (excluindo as ligadas a máquinas de lavar):

Nas casas de banho (lavatório, bidé, banheira)	Na cozinha	Exteriores à habitação

4.6. Indique os tipos de fontes de energia que possui na sua habitação:

Eletricidade	☐	Gás Natural	☐	
Lenha	☐	GPL canalizado	☐	
GPL Garrafa Butano	☐	Gasóleo Aquecimento	☐	
GPL Garrafa propano	☐	Solar térmico	☐	
Carvão	☐	Outro	☐	Qual?_____

4.6.1. Se possui GPL Garrafa, indique, o número de garrafas consumidas por ano: ____
4.6.2. Se possui Painéis solares, indique, os m2 de painel instalado: _____
4.6.3. Se possui Lenha, indique, o valor da despesa com a lenha neste ano:_____

4.7. Indique o tipo de energia que possui para cada tipo de utilização:

Fonte	**Aquecimento do ambiente**	**Arrefecimento do ambiente**	**Aquecimento de águas**	**Cozinha**	**Equipamentos elétricos**
Eletricidade	☐	☐	☐	☐	☐
Lenha	☐	☐	☐	☐	
GPL Garrafa Butano	☐	☐	☐	☐	
GPL Garrafa Propano	☐	☐	☐	☐	
Gás Natural	☐	☐	☐	☐	
GPL Canalizado	☐	☐	☐	☐	
Gasóleo Aquecimento	☐	☐	☐	☐	
Solar Térmico	☐	☐	☐	☐	
Carvão	☐	☐	☐	☐	

4.8. Indique os equipamentos utilizados para aquecimento do ambiente:

Lareira aberta	☐	Caldeira para aquecimento centra por circulação de água	☐
Lareira com recuperador de calor	☐	Aquecedor elétrico independente[1]	☐
Braseira (não elétrica)	☐	Aquecedor a GPL independente	☐
Salamandra (lenha)	☐	Painel (coletor) solar térmico	☐
Salamandra com motor elétrico	☐	Ar condicionado que aquece e arrefece (bomba de calor)	☐ Potência:_____

[1]Radiador, convetor, termo-convetor, termo-ventilador, radiador cerâmico

4.9. Indique os equipamentos utilizados para arrefecimento do ambiente:

Aparelho individual de ar condicionado		
Ventilador	☐	
Ar condicionado que aquece e arrefece (bomba de calor)	☐	Potência:_____
Outro	☐	Qual?_____

PARTE II – CONSUMOS INTERIORES E EXTERIORES

1. Hábitos domésticos:

1.1. Indique o número de duches diários do agregado: ☐

1.2. Indique a duração média (aproximada em minutos) de cada duche: ☐

1.3. Indique o número de banhos de imersão/hidromassagem semanais do agregado: ☐

1.4. Indique a temperatura média em que os banhos/duches são tomados: ☐

1.5. Que tipo de sistema utiliza para aquecimento de água:

Esquentador	☐	Painéis solares	☐	
Caldeira	☐	Termoacumulador	☐	
Recuperador de calor	☐	Circulação de A.Q.S.	☐	
Cilindro	☐	Caldeira com acumulador	☐	
GPL Garrafa (Butano/Propano)	☐	Outro sistema	☐	Qual?_____

1.6. Indique quais e quantos, dos seguintes equipamentos (Grandes eletrodomésticos) possui e a respetiva Classe de Eficiência (A+++;A++;A+;A;B;C ou D):

		Nº de Equipamentos	Classe
Máquina de lavar louça	☐		
Máquina de lavar roupa	☐		
Máquina de lava e secar roupa	☐		
Máquina de secar roupa	☐		

1.6.1. Se possui máquina de lavar roupa, indique o número de lavagens de roupa, em média, por semana, e o período do dia em que é mais comum fazê-lo:

Nº de lavagens por semana	Período da manhã (8:00 – 12:00)	Período da tarde (12:00- 20:00)	Período da noite (20:00 – 8:00)
☐	☐	☐	☐

1.6.2.Costuma lavar roupa á mão? Sim ☐ Não ☐

Se respondeu que sim:

Quantas lavagens executa, em média semanalmente?	
Costuma lavar com água quente ou água fria?	
Indique a duração média (aproximada em minutos) de cada vez:	

1.6.3. Se possui máquina de lavar louça, indique o número de lavagens de louça, em média, por semana, e o período do dia em que é mais comum fazê-lo:

Nº de lavagens por semana	Período da manhã (8:00 – 12:00)	Período da tarde (12:00- 20:00)	Período da noite (20:00 – 8:00)
☐	☐	☐	☐

1.6.4. Costuma lavar louça á mão? Sim ☐ Não ☐

Se respondeu que sim:

Quantas lavagens executa, em média semanalmente?	
Costuma lavar com água quente ou água fria?	
Indique a duração média (aproximada em minutos) de cada vez:	

1.7. Possui tanque? Sim ☐ Não ☐

1.8. Indique quais e quantos, dos seguintes equipamentos (pequenos eletrodomésticos) possui e a respetiva Classe de Eficiência (A+++;A++;A+;A;B;C ou D):

		Nº de equipamentos	Classe
Micro-ondas	☐		
Exaustor/Extrator	☐		
Aspirador	☐		
Ferro de engomar	☐		
Máquina de engomar	☐		
Desumidificador	☐		
Aspiração central	☐		

1.9. Indique o número total de refeições em casa, em média:

	Almoço	Jantar
2ª a 6ª feira		
Ao fim de semana		

1.10. Indique quais destes equipamentos utiliza na cozinha:

Fogão com forno	☐
Placa	☐
Forno independente	☐
Fogareiro	☐
Lareira	☐

1.10.1.Que tipo de energia é usada no fogão:

Lenha	☐	Eletricidade	☐	Gás	☐

1.10.2. Indique o número total de refeições em que usa o fogão:

	Almoço	Jantar
2ª a 6ª feira		
Ao fim de semana		

1.11. Quantas arcas e frigoríficos tem na sua habitação? Indique a respetiva Classe de Eficiência (A+++;A++;A+;A;B;C ou D):

	Frigorífico com congelador	Frigorífico sem congelador	Frigorifico combinado	Classe
Nº Frigoríficos				

		Classe
Nº Arcas		

1.12. Tem empregada de limpeza? Sim ☐ Não ☐

1.12.1. Quantas horas por semana têm empregada de limpeza? _____

1.12.2. Em que dias da semana costuma ter empregada de limpeza? Assinale com uma cruz as opções:

Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

1.13. Indique o número de floreiras ou vasos na varanda ou terraço: _____

1.13.1. Caso possua floreiras ou vasos na varanda, indique o modo de rega utilizado, e o número de vezes que rega em cada situação:

		Nº de vezes que rega por semana
Regador	☐	
Rega automática	☐	
Mangueira	☐	

2. Caracterização de equipamentos de entretenimento e informática

2.1 Indique quais e quantos dos equipamentos seguintes possui:

Televisão	☐	Leito de DVD	☐	Impressora/Fax	☐
Rádio	☐	Computador	☐	Outro	☐
Aparelhagem	☐	Impressora	☐		

3.Caracterização da iluminação

3.1. Indique o número e os tipos de lâmpadas que possui na sua habitação:

Incandescente		Halogéneo		Fluorescentes tubulares ou compactas		Economizadoras		LED	
25 W	☐	< 30 W	☐	4 - 10 W	☐	3 -7 W	☐		
40 W	☐	30 W	☐	11 – 30 W	☐	8 – 10 W	☐		
60 W	☐	40 W	☐	31 – 50 W	☐	11 – 14 W	☐		
75 W	☐	50 W	☐	> 50 W	☐	15 – 17 W	☐		
100 W	☐	> 50 w	☐			18 – 23 W	☐		

4. Outras questões

4.1. O contador encontra-se facilmente acessível? Sim ☐ Não ☐

4.2. Possui alguns anexos ou construções habitáveis que contenham pontos de água não mencionados acima?

Sim ☐
Não ☐

4.3. Possui no domicílio algum tipo de laboração ou atividade industrial que demande consumo de água e energia?

Sim ☐ Qual?_____
Não ☐

PARTE III – TIPOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

1. Possui água da rede pública? Sim ☐ Não ☐

2. Possui furo ou poço artesiano? Sim ☐ Não ☐

2.1. Se respondeu que sim, indique qual a profundidade, aproximada em metros, deste?_____

2.2. Indique que tipo de bomba de água possui:_____

2.2. Indique, qual a profundidade, aproximada em metros, em que a bomba se encontra?_____

2.3. Indique qual a distância, aproximada em metros, entre o poço e o dispositivo de saída de água? _____

2.4 Indique qual a potência da bomba:_____

3. Assinale com um X o tipo de abastecimento de água que utiliza em cada um destes parâmetros:

	Poços	Furos	Água da rede
Consumo doméstico (água potável)	☐	☐	☐
Rega de jardins	☐	☐	☐
Enchimento de piscina	☐	☐	☐
Lavagem de terraços ou pátios	☐	☐	☐
Lavagem de viaturas	☐	☐	☐

4. Possui saneamento? Sim ☐ Não ☐

5. Possui fossa séptica? Sim ☐ Não ☐

6. Possui algum sistema de Aproveitamento de águas pluviais? Sim ☐ Não ☐

7. Possui algum sistema de Reaproveitamento de águas residuais? Sim ☐ Não ☐

PARTE IV – AGRICULTURA

1. Que fonte de água utiliza para irrigação (regar) das culturas?

Poços	☐
Furos	☐
Barragens	☐
Água de rede	☐
Nascentes	☐

Outro:_____

2. Que tipo de sistema de irrigação utiliza:

Aspersão (a água cai no terreno tipo chuva, chuveiros/bicos, canhão hidráulico)	☐
Gotejamento (gota a gota)	☐
Micro irrigação	☐
Mangueiras	☐
Pivot central (água giratória com micro jatos)	☐
Sulco (a rega é feita por gravidade)	☐
Sub irrigação (água aplicada à zona radicular (pé da planta))	☐

3. Assinale com um X, os tipos de culturas que cultiva:

Frutos	☐
Vegetais	☐
Cultura de cereais	☐
Vinha	☐

3.1.Indique, em média quantas horas por semana, efetua a irrigação das suas culturas?_____

PARTE V – HÁBITOS DE POUPANÇA DE LUZ E ÁGUA

1. Indique se em sua casa, se adotam algumas medidas para poupar água, ordenando-as de 1 a 7:

Fechar a torneira enquanto lava as mãos	☐
Fechar a torneira enquanto escova os dentes	☐
Fechar a torneira, no duche, enquanto se ensaboa	☐
Fechar a torneira enquanto faz a barba	☐
Deteção de fugas de água no autoclismo	☐
Fechar a torneira enquanto ensaboa a louça	☐
Utilizar as máquinas de roupa ou louça com carga completa	☐

1.1.Caso adote outras medidas por favor especifique-as:

_____

_____

_____

_____

_____

Caso deseje efetuar alguma questão ou comentário sobre o inquérito, por favor utilize o espaço abaixo indicado:

Muito obrigada pela sua colaboração!

ANEXO II

A) Máquina de Lavar Roupa

Ficha técnica da máquina de lavar roupa Balay 3TW62360A (Fonte: http://www.balay.pt/3TW62360A.html (20/07/2016 15:45))

Características gerais do produto	
Grupo de produto	Washer dryer
Marca	Balay
Nome do produto / Código comercial	3TW62360A
Número interno do artigo	3TW62360A
Código EAN	4.242.006.189.594
Tipo de construção	Debaixo de bancada
Tipo da instalação	Integrar
Tampo amovível	Não
Porta de cobertura / Porta dupla	None
Tipo de carregamento	Frente
De que lado está montada a porta?	À esquerda
Classificação da ligação (W)	2300 W
Corrente (A)	10:00 AM
Voltagem (V)	220-240 V
Frequência (Hz)	50 Hz
Certificados de aprovação	CE, VDE
Comprimento do cabo de alimentação eléctrica	220,0 cm
Tipo de ficha	Ficha Schuko/Gardy c/ terra
Altura do produto	820 mm
Dimensões do produto (mm)	820 x 595 x 584 mm
Dimensões do produto embalado	880 x 660 x 660
Peso líquido	82,000 kg
Peso bruto (kg)	84,000 kg
Classe de Eficiência Energética	B
Consumo de energia (lavagem e secagem de uma carga completa) (kWh)	4,85 kWh
Consumo de energia (apenas lavagem)	1,02 kWh
Classificação de desempenho da lavagem	A
Velocidade de centrifugação máxima (rpm)	1.200 rpm
Capacidade algodão (Kg) lavagem	6,0 kg
Capacidade da cavidade (l)	3,0 kg
Consumo de água (lavagem e secagem de uma carga completa)	83 l
Nível de ruído da lavagem (dB(A) re 1 pW)	57 dB (A)
Nível de ruído da centrifugação dB(A) re 1 pW	74 dB (A)
Nível de ruído da secagem dB (A) re 1 pW	60 dB (A)
Consumo anual de água (Lavagem e secagem de 200 cargas completos) (l)	16.600 l

Consumo de energia anual total (lavagem e secagem de 200 cargas completas) (kWh)	970 kWh
Consumo de água anual total (apenas lavagem de 200 cargas completas)	9.000 l
Consumo de energia anual total (apenas lavagem de 200 cargas completas)	204 kWh
Tempo médio de lavagem algodão 60° C EN 60456 (carga completa) min	129 min
Opções da velocidade de centrifugação	Variável
Ignorar centrifugação	Não
Controlo de espuma	Sim
Controlo de equilíbrio	Sim
Sistema de protecção da água	Protec.múltip.contra derrames
Opções de controlo de temperatura separadas	Steps
Opção lavagem com água fria	Sim
Indicador de progressão do programa	Display de LED's
Indicador digital de contagem decrescente	Sim
Opções de início retardado	Contínuo
Água plus	Não
Tipo de abertura da porta	Manípulo
Material da cuba	Plástico
Volume do tambor	52 l
Material do tambor	Inox
Entrada de água quente e fria?	Não
Sistema de controlo da humidade	Tempo controlado
Temperatura de secagem ajustável	Não
Acção de secagem de inversão	Sim
Indicador de filtro obstruído	Não
Secagem rápida	Não
Código EAN	'!2E20AG-bijfje!
Tipo de controlo	Electrónico
Tipo de definição de controlo e de indicadores	sensor
Cor principal do produto	Branco pastel
Pés ajustáveis	parte dianteira somente
Ajuste máximo dos pés (mm)	15 mm
Largura do produto sem pegas desembalado em mm.	595 mm
Profundidade (mm)	584 mm
Profundidade com a porta aberta num ângulo de 90 graus (mm)	960 mm
Altura do produto embalado (mm)	880 mm
Largura do produto embalado (mm)	660 mm
Profundidade do produto embalado (mm)	660 mm
Idiomas disponíveis no visor	Espanhol, Português
Programas automáticos	Não
Medição do peso	Sim

Reconhecimento do grau de sujidade	Não
Programas automáticos	Progr. Roupa branca/de cor, Programa lãs, lavag.manual, Programa para Lãs, Programa Roupa delicada, programas adicionais, Prorama Sintéticos
Opções adicionais de operação	escoar / centrifugação, Expulsão de fios, Fácil engomar, Intensivo/Nódoas, lavagem loiça/centrifugação, Mais água, Pré-lavagem, Rápido, roupa misturada 30°C
Actualização do software	Não
Consumo de água (l)	45 l
Tempo médio de lavagem - roupa algodão 60ºC (carga completa) (min)	129 min

B) Termoacumulador

O termoacumulador utilizado no caso de estudo é um modelo da marca INNOV, INNOV WATER GCV 80 sem permutor, com as seguintes caracteristicas:

GCV 80	
Volume (L)	80
Dados Gerais	
Instalação mural/solo	Mural
Instalação vertical/horizontal	Vertical
Número de pessoas – Consumo médio	3-4
Dimensões e Ligações	
Altura (mm)	1180
Largura (mm)	410
Profundidade (mm)	40
Caracteristicas técnicas	
Pressão máxima (bar)	6
Depósito vitrificado	✔
Ânodo de proteção de magnésio	✔
Seleção de temperatura até 75ºC	✔
Posição económica	60ºC
Sinalizador de funcionamento	✔
Termóstato Regulável	✔
Termómetro	✔
Espessura média do isolamento (mm)	17
Caracteristicas Eléctricas	
Potência (W)	2000
Voltagem (V)	230
Ligaçoes necessárias à instalação	
Válvula de segurança ou grupo de segurança (6 bar)	✔
Válvula redutora de pressão (>5 bar)	✔

C) Chuveiro

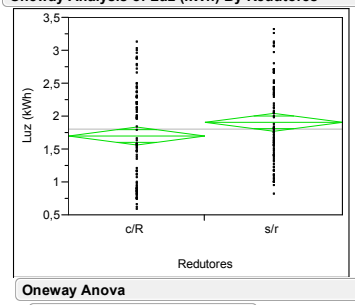
No caso em estudo foram utilizados dois tipos de chuveiro, um com redutor de caudal e outro sem redutor.

O chuveiro com redutor, utilizado nos Cenários 1 e 2 é um modelo da marca MIOMARE®, MIOMARE® Multifunktionsbrauseset, com as seguintes características:

Características:	Com 5 funções de chuveiro incluindo água parada Para uma experiência relaxante e revigorante duche jet duche regulável delicadamente pulverização para massagear vigorosamente Com a inserção de poupança de água montagem simples por conector padrão 1/2 polegada (21 mm) Flexível, fácil de limpar nubs anti-escala altura infinitamente titular ajustável chuveiro Incluindo selos 2x, 1x selo de economia de água, peças de montagem e instruções
Material:	Cabeça de chuveiro: ABS cromado Antikalknoppen: PVC dispositivo Seals / economia de água: Silicone Chuveiro revestimento haste / tubo: 18/8 inox Mangueira: PVC
Dimensões:	haste do chuveiro: Ø 1,8 cm, comprimento: cerca de 58 cm Mangueira de chuveiro: 180 cm de comprimento

ANEXO III

Oneway Analysis of Luz (kWh) By Redutores



Oneway Anova

Summary of Fit

Rsquare	0,023244
Adj Rsquare	0,01813
Root Mean Square Error	0,677707
Mean of Response	1,797979
Observations (or Sum Wgts)	193

t Test

Assuming equal variances

	Difference	t Test	DF	Prob > |t|
Estimate	-0,20801	-2,132	191	0,0343
Std Error	0,09757			
Lower 95%	-0,40045			
Upper 95%	-0,01556			

UnEqual Variances

	Difference	t Test	DF	Prob > |t|
Estimate	-0,20801	-2,130	186,726	0,0344
Std Error	0,09764			
Lower 95%	-0,40048			
Upper 95%	-0,01553			

Analysis of Variance

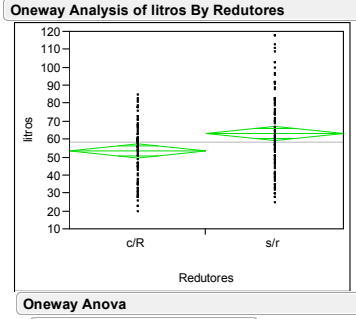
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Redutores	1	2,087548	2,08755	4,5452	0,0343
Error	191	87,723764	0,45929		
C. Total	192	89,811312			

Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
c/R	96	1,69344	0,06917	1,5570	1,8299
s/r	97	1,90144	0,06881	1,7657	2,0372

Std Error uses a pooled estimate of error variance

Oneway Analysis of litros By Redutores



Oneway Anova

Summary of Fit

Rsquare	0,058012
Adj Rsquare	0,05308
Root Mean Square Error	19,69171
Mean of Response	57,77202
Observations (or Sum Wgts)	193

t Test

Assuming equal variances

	Difference	t Test	DF	Prob > |t|
Estimate	-9,7228	-3,430	191	0,0007
Std Error	2,8349			
Lower 95%	-15,3146			
Upper 95%	-4,1311			

UnEqual Variances

	Difference	t Test	DF	Prob > |t|
Estimate	-9,723	-3,436	172,292	0,0007
Std Error	2,830			
Lower 95%	-15,318			
Upper 95%	-4,127			

Analysis of Variance

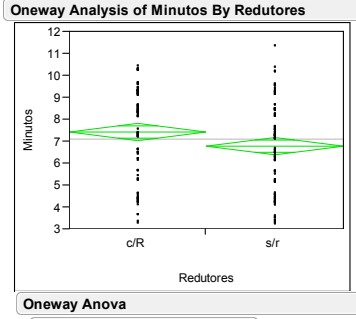
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Redutores	1	4561,116	4561,12	11,7626	0,0007
Error	191	74062,853	387,76		
C. Total	192	78623,969			

Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
c/R	96	52,8854	2,0098	48,921	56,850
s/r	97	62,6082	1,9994	58,665	66,552

Std Error uses a pooled estimate of error variance

Oneway Analysis of Minutos By Redutores



Oneway Anova

Summary of Fit

Rsquare	0,026573
Adj Rsquare	0,021477

Oneway Analysis of Minutos By Redutores

Oneway Anova

Summary of Fit

Root Mean Square Error	1,96296
Mean of Response	7,016114
Observations (or Sum Wgts)	193

t Test

Assuming equal variances

	Difference	t Test	DF	Prob > |t|
Estimate	0,645293	2,283	191	0,0235
Std Error	0,282598			
Lower 95%	0,087880			
Upper 95%	1,202706			

UnEqual Variances

	Difference	t Test	DF	Prob > |t|
Estimate	0,64529	2,283	190,862	0,0235
Std Error	0,28262			
Lower 95%	0,08788			
Upper 95%	1,20271			

Analysis of Variance

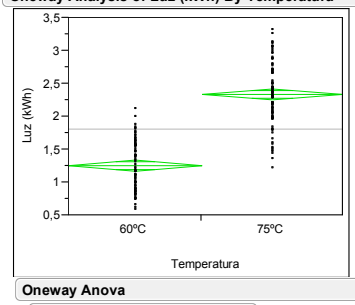
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Redutores	1	20,09092	20,0909	5,2141	0,0235
Error	191	735,96320	3,8532		
C. Total	192	756,05411			

Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
c/R	96	7,34043	0,20034	6,9453	7,7356
s/r	97	6,69514	0,19931	6,3020	7,0883

Std Error uses a pooled estimate of error variance

Oneway Analysis of Luz (kWh) By Temperatura



Oneway Anova

Summary of Fit

Rsquare	0,628983
Adj Rsquare	0,62704
Root Mean Square Error	0,417682
Mean of Response	1,797979
Observations (or Sum Wgts)	193

t Test

Assuming equal variances

	Difference	t Test	DF	Prob > |t|
Estimate	-1,0824	-17,994	191	<.0001
Std Error	0,0602			
Lower 95%	-1,2010			
Upper 95%	-0,9637			

UnEqual Variances

	Difference	t Test	DF	Prob > |t|
Estimate	-1,0824	-18,102	185,102	<.0001
Std Error	0,0598			
Lower 95%	-1,2011			
Upper 95%	-0,9637			

Analysis of Variance

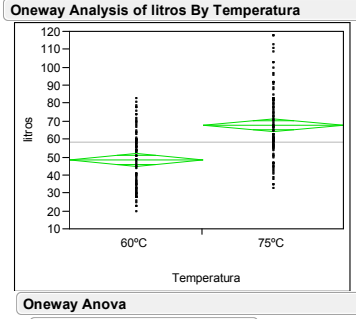
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Temperatura	1	56,489758	56,4898	323,8007	<.0001
Error	191	33,321554	0,1745		
C. Total	192	89,811312			

Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
60ºC	94	1,24277	0,04308	1,1578	1,3277
75ºC	99	2,32515	0,04198	2,2424	2,4080

Std Error uses a pooled estimate of error variance

Oneway Analysis of litros By Temperatura



Oneway Anova

Summary of Fit

Rsquare	0,228913
Adj Rsquare	0,224876
Root Mean Square Error	17,8161
Mean of Response	57,77202
Observations (or Sum Wgts)	193

t Test

Assuming equal variances

	Difference	t Test	DF	Prob > |t|
Estimate	-19,320	-7,530	191	<.0001
Std Error	2,566			
Lower 95%	-24,381			
Upper 95%	-14,259			

UnEqual Variances

	Difference	t Test	DF	Prob > |t|
Estimate	-19,320	-7,564	188,125	<.0001
Std Error	2,554			
Lower 95%	-24,381			
Upper 95%	-14,259			

Analysis of Variance

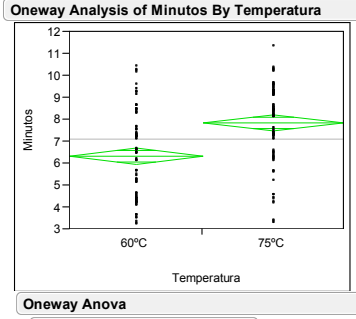
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Temperatura	1	17998,040	17998,0	56,7022	<.0001
Error	191	60625,929	317,4		
C. Total	192	78623,969			

Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
60ºC	94	47,8617	1,8376	44,237	51,486
75ºC	99	67,1818	1,7906	63,650	70,714

Std Error uses a pooled estimate of error variance

Oneway Analysis of Minutos By Temperatura



Oneway Anova

Summary of Fit

Rsquare	0,147239
Adj Rsquare	0,142774

Oneway Analysis of Minutos By Temperatura

Oneway Anova

Summary of Fit

Root Mean Square Error	1,837272
Mean of Response	7,016114
Observations (or Sum Wgts)	193

t Test

Assuming equal variances

	Difference	t Test	DF	Prob > |t|
Estimate	-1,5194	-5,743	191	<.0001
Std Error	0,2646			
Lower 95%	-2,0413			
Upper 95%	-0,9976			

UnEqual Variances

	Difference	t Test	DF	Prob > |t|
Estimate	-1,5194	-5,726	186,091	<.0001
Std Error	0,2654			
Lower 95%	-2,0414			
Upper 95%	-0,9975			

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Temperatura	1	111,32034	111,320	32,9782	<.0001
Error	191	644,73378	3,376		
C. Total	192	756,05411			

Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
60ºC	94	6,23671	0,18950	5,8629	6,6105
75ºC	99	7,75615	0,18465	7,3919	8,1204

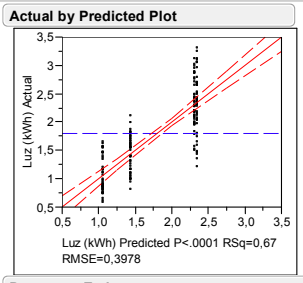
Std Error uses a pooled estimate of error variance

Least Squares Fit

Response Luz (kWh)

Whole Model

Actual by Predicted Plot



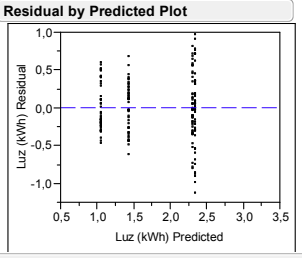
Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob>|t|
Intercept	1,7838718	0,028644	62,28	<.0001
Redutores[c/R]	-0,103505	0,028644	-3,61	0,0004
Temperatura[60ºC]	-0,541106	0,028644	-18,89	<.0001
Redutores[c/R]*Temperatura[60ºC]	-0,086282	0,028644	-3,01	0,0029

Effect Tests

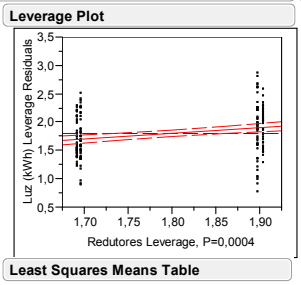
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Redutores	1	1	2,066167	13,0576	0,0004
Temperatura	1	1	56,468795	356,8670	<.0001
Redutores*Temperatura	1	1	1,435782	9,0737	0,0029

Residual by Predicted Plot



Redutores

Leverage Plot

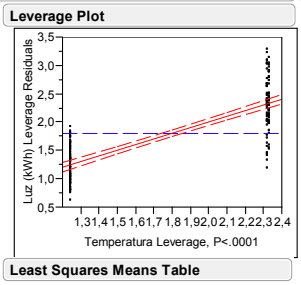


Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
c/R	1,6803669	0,04060783	1,69344
s/r	1,8873766	0,04040853	1,90144

Temperatura

Leverage Plot

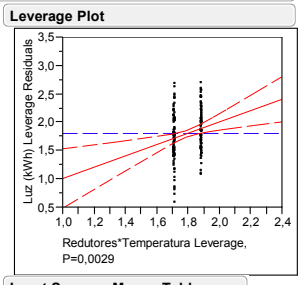


Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
60ºC	1,2427660	0,04102864	1,24277
75ºC	2,3249776	0,03998118	2,32515

Redutores*Temperatura

Leverage Plot



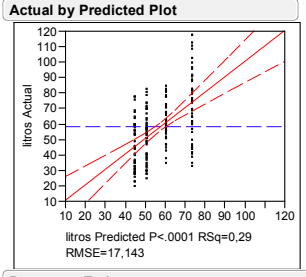
Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error
c/R,60ºC	1,0529787	0,05802326
c/R,75ºC	2,3077551	0,05682678
s/r,60ºC	1,4325532	0,05802326
s/r,75ºC	2,3422000	0,05625564

Response litros

Whole Model

Actual by Predicted Plot



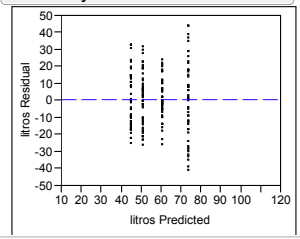
Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob>|t|
Intercept	57,488708	1,234454	46,57	<.0001
Redutores[c/R]	-4,766824	1,234454	-3,86	0,0002
Temperatura[60ºC]	-9,627006	1,234454	-7,80	<.0001
Redutores[c/R]*Temperatura[60ºC]	1,777462	1,234454	1,44	0,1516

Effect Tests

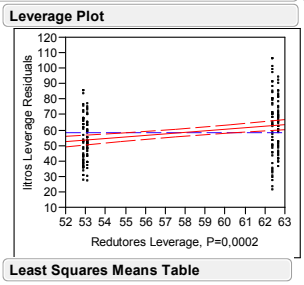
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Redutores	1	1	4382,302	14,9110	0,0002
Temperatura	1	1	17874,201	60,8180	<.0001
Redutores*Temperatura	1	1	609,319	2,0732	0,1516

Residual by Predicted Plot



Redutores

Leverage Plot

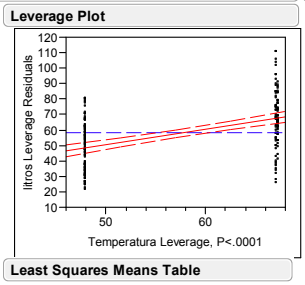


Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
c/R	52,721884	1,7500713	52,8854
s/r	62,255532	1,7414822	62,6082

Temperatura

Leverage Plot

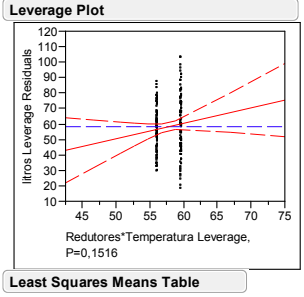


Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
60ºC	47,861702	1,7682073	47,8617
75ºC	67,115714	1,7230650	67,1818

Redutores*Temperatura

Leverage Plot



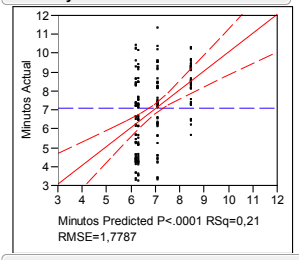
Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error
c/R,60ºC	44,872340	2,5006227
c/R,75ºC	60,571429	2,4490579
s/r,60ºC	50,851064	2,5006227
s/r,75ºC	73,660000	2,4244437

Response Minutos

Whole Model

Actual by Predicted Plot

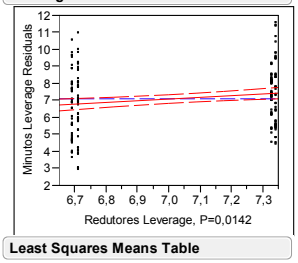


Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob>|t|
Intercept	6,9998948	0,128079	54,65	<.0001
Redutores[c/R]	0,3169574	0,128079	2,47	0,0142
Temperatura[60ºC]	-0,763184	0,128079	-5,96	<.0001
Redutores[c/R]*Temperatura[60ºC]	-0,368662	0,128079	-2,88	0,0045

Redutores

Leverage Plot

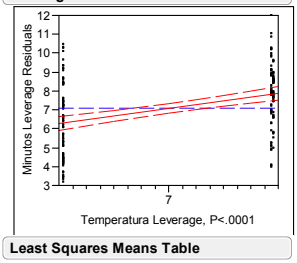


Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
c/R	7,3168522	0,18157672	7,34043
s/r	6,6829374	0,18068557	6,69514

Temperatura

Leverage Plot

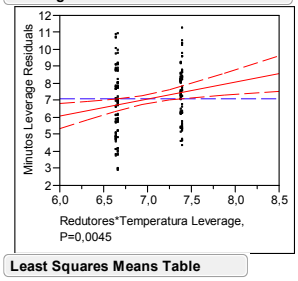


Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
60ºC	6,2367106	0,18345840	6,23671
75ºC	7,7630790	0,17877471	7,75615

Redutores*Temperatura

Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error
c/R,60ºC	6,1850064	0,25944935
c/R,75ºC	8,4486980	0,25409931
s/r,60ºC	6,2884149	0,25944935
s/r,75ºC	7,0774600	0,25154548

Least Squares Fit

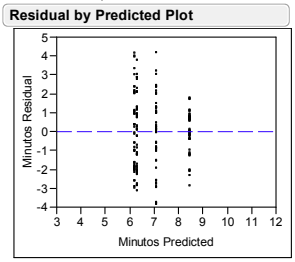
Response Minutos

Whole Model

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Redutores	1	1	19,37518	6,1241	0,0142
Temperatura	1	1	112,33184	35,5058	<.0001
Redutores*Temperatura	1	1	26,21199	8,2851	0,0045

Residual by Predicted Plot



Redutores*Temperatura