

1 – INTRODUÇÃO

Este capítulo refere-se ao enquadramento e objectivo do tema de pesquisa, às motivações para a realização do trabalho e à estrutura orientadora do mesmo.

1.1 - Enquadramento e objectivo

A actividade humana contribui gradualmente para o aquecimento global. Em particular, os edifícios são responsáveis por aproximadamente metade das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) que contribuem para esse aquecimento. A climatização e a iluminação, efectuadas quase sempre a partir de combustíveis fósseis são as fontes de maior emissão de CO₂, que têm vindo a aumentar desde a revolução industrial (Corceiro, 2008).

É urgente intervir para um novo equilíbrio sustentável, em harmonia com o meio ambiente e que respeite os direitos das gerações futuras, sendo necessário modificar e reduzir o consumo de energia devido a vários factores:

- Factores éticos e sociais - actualmente 28% da população mundial consome 77% de toda a energia produzida, enquanto 72% vive apenas com os restantes 23%.
- Factores estratégicos e económicos – por exemplo, Portugal depende fortemente de alguns países politicamente muito instáveis para satisfazer as suas necessidades de combustíveis fósseis, e o custo anual da factura energética dos edifícios representa uma parcela significativa das despesas (Projecto Enerbuilding – Eficiência Energética, 2008).

Através da eficiência energética poderemos ajudar na preservação do nosso *habitat*, com medidas de combate aos desperdícios de energia e consequentemente de redução dos impactes ambientais.

A eficiência energética nos edifícios está directamente relacionada com a utilização racional de energia (URE), mas, é importante distinguir a diferença entre estes dois termos. A eficiência energética, pode ser definida como a redução do consumo de

energia mantendo o mesmo serviço e a URE tem como objectivo a redução do serviço energético (Panesi, 2006).

Na União Europeia, o sector dos edifícios representa cerca de 40% do consumo final de energia, no entanto, mais de 50% deste consumo pode ser reduzido através de medidas de eficiência energética, representando uma redução anual de 400 milhões de toneladas de CO₂ – quase a totalidade do compromisso da União Europeia no âmbito do Protocolo de Quioto (ADENE, 2009).

O aumento do desempenho energético em edifícios pode constituir um importante instrumento nos esforços para aliviar a dependência das importações de energia da União Europeia, actualmente em cerca de 48%, e cumprir o Protocolo de Quioto para reduzir as emissões de CO₂ (Poel *et al.*, 2007).

Portugal subscreveu o Protocolo de Quioto e estabeleceu o compromisso de melhorar a qualidade dos edifícios e reduzir os seus consumos de energia e as correspondentes emissões de gases com efeito de estufa, limitando o aumento das emissões em 27% no período de 2008-2012, relativamente aos valores de 1990.

No entanto, Portugal tem apresentado vários problemas de sustentabilidade ambiental que serão nomeados a seguir (Jardim, 2009).

O Relatório do Estado do Ambiente 2007 – Portugal, (REA, 2008), refere um aumento significativo de emissões nacionais de GEE em cerca de 39% acima dos valores de 1990, afastando-se dos 27% da meta estabelecida para o período de 2008-2012 no âmbito do Protocolo de Quioto.

Actualmente são necessárias medidas para a redução de emissões e este aumento de GEE deve-se a que o perfil energético do país está fortemente dependente dos combustíveis fósseis. No entanto, tem-se verificado uma melhoria no perfil das emissões devido a introdução do gás natural, considerado um combustível “mais limpo” (REA, 2008 e INE, 2009).

Portugal continua a depender energeticamente de combustíveis fósseis não renováveis, dependência externa estimada em cerca de 85% da energia primária, subestimando a eficiência energética associada a energias renováveis, como a solar

térmica e fotovoltaica, que contribuíram para a redução das emissões e para um modelo energético sustentável (INE, 2009).

Na eficiência energética em edifícios é possível distinguir dois sectores: o sector doméstico e o sector de serviços. Na União Europeia 60% do sector dos edifícios é de uso residencial (Poel *et al.*, 2007).

No início da década de 2000 existiam em Portugal mais de 3,3 milhões de edifícios, que representavam cerca de 22% do consumo em energia final, 13% no sector residencial e 9% no sector dos serviços (Eficiência Energética, 2009).

Actualmente, o sector dos edifícios em Portugal consome aproximadamente 30% da energia final utilizada, situando-se como o sector mais importante, a seguir aos transportes. Deste valor o sector residencial correspondente é responsável por cerca de 18% do consumo, contribuindo significativamente para a emissão de GEE. Os restantes 12% correspondem a edifícios de serviços (DGGE, 2008).

O consumo de energia depende de muitas variáveis, no entanto, a componente principal resulta do uso quotidiano do edifício, que provém de duas condições: uso intensivo das instalações (aquecimento e arrefecimento, iluminação, equipamentos, etc.) e um comportamento extremamente dissipativo do edifício (edifícios sem isolamento térmico e/ou sem inércia térmica) (Jardim, 2009).

O parque habitacional português supera actualmente os 5,5 milhões de alojamentos familiares clássicos, pelo que o potencial de poupança é muito significativo (Jardim, 2009).

A análise global da distribuição dos consumos energéticos do sector doméstico revelaram que 50% são consumos para confecção de alimentos e preparação de água quente sanitária (AQS), 25% para iluminação e electrodomésticos e os restantes 25% para aquecimento e arrefecimento (mas com uma taxa de crescimento elevada, devido a maior exigência no conforto térmico) (Eficiência Energética, 2009).

Na última década o sector de serviços foi um dos que mais cresceu em consumos energéticos, cerca de 7,1%, e também foi um dos principais responsáveis pelo

acentuado crescimento do consumo em energia eléctrica, que entre os anos 1980 e 1999 aumentou de 19% para 31% (Eficiência Energética, 2009).

Para se poder atingir uma redução sensível do consumo final no sector dos edifícios é necessário actuar ao nível do parque existente, através da reabilitação energética, que na maior parte dos casos, é efectuada por questões de conforto térmico ou visual.

A reabilitação energética irá permitir a redução do consumo energético nos edifícios existentes e, desta forma, reduzir o consumo de energia primária a nível nacional, com a consequente redução de importações de energia. O efeito da reabilitação recai em dois níveis: o do utilizador final e o do país. Os princípios motivadores em cada um destes casos não são idênticos, embora o resultado final seja o mesmo: a redução do consumo energético (Roriz, 1998).

O presente trabalho enquadra-se na utilização de energia no sector dos edifícios de serviços, já existentes, e terá como objectivo principal a caracterização dos consumos energéticos das residências de estudantes da Universidade do Algarve e a implementação de algumas medidas de Eficiência Energética e de Utilização Racional de Energia, adaptadas ao caso em estudo, que potenciem a redução do consumo energético, tornando as residências mais eficientes, sem desprezar o conforto dos seus utilizadores.

1.2 – Motivações para a realização do trabalho

A aplicação da eficiência energética em edifícios de serviços, já existentes, apresentará diversos benefícios, onde se destacam: a geração de emprego; aumento da produtividade das empresas; impacto positivo na economia e macroeconomia; aumento da consciência contra o desperdício e a melhoria em processos e em equipamentos (Panesi, 2006).

Alves (2007) verificou que a criação e aplicação de uma política de incentivo à eficiência energética resultam no aumento da competitividade da indústria nacional, expansão da oferta da energia a custo mínimo e diminuição de emissões e impactes negativos no meio ambiente.

Os elevados consumos energéticos da actualidade, resultam da permanente utilização de fontes de energia não renováveis e da forma como a energia é utilizada, em especial no sector dos edifícios, onde nem sempre os processos utilizados são os mais eficientes.

Um estudo numa Instituição Federal de Ensino Superior, tentou compreender o porquê de tantos desperdícios existentes na área da utilização da energia eléctrica, e concluiu que a implementação de um projecto de eficiência energética pode representar uma redução nas necessidades de recursos para pagamentos de energia eléctrica na ordem de 30% a 60%, e uma redução de energia eléctrica utilizada, na ordem de 20% a 50% (Brasil, 2003).

Numa óptica de eficiência energética é urgente integrar os princípios de racionalização de energia nos edifícios existentes e que necessitem de reabilitação para evitar que os consumos energéticos aumentem drasticamente. Algumas intervenções eficazes em edifícios podem conduzir a poupanças de 30-35% no consumo de energia, mantendo as mesmas condições de conforto.

A poupança de energia é a primeira “fonte de energia renovável” actualmente disponível e uma utilização eficaz de energia pode melhorar as condições de conforto dos edifícios.

Por outro lado, cada cidadão pode e deve desempenhar um papel mais activo na utilização mais eficiente da energia através da adopção de medidas simples tais como:

- Comportamentos diários e eco-sustentáveis na utilização de sistemas e de electrodomésticos que consomem energia;
- Selecção cuidadosa dos electrodomésticos, caldeiras, sistemas de ar condicionado, tendo em atenção a informação da etiqueta referente ao consumo de energia e adquirindo os produtos mais eficientes;
- Melhoria da eficiência energética dos sistemas de aquecimento e ar condicionado do edifício na sua globalidade (Projecto Enerbuilding – Eficiência Energética, 2008).

Infelizmente existem ainda diversas barreiras por ultrapassar: o elevado preço dos equipamentos mais eficientes; o retorno em curto prazo dos investimentos em eficiência energética; o mito da energia farta e barata; falta de pessoal especializado e de normalização em alguns segmentos (Panesi, 2006).

Apesar de existirem grandes desafios para a aplicação da Eficiência Energética e da Utilização Racional de Energia (URE) nos edifícios existentes, estes poderão ser factores cruciais e de enorme valor para a redução dos consumos energéticos, e com a consequente redução de emissões de CO₂.

É de esperar, que o presente estudo contribua para tornar as residências de estudantes da Universidade do Algarve mais eficientes e que proporcione uma maior sensibilização deste tema nos seus utilizadores.

1.3 – Estrutura

O primeiro capítulo expõe a motivação e o respectivo enquadramento do tema de pesquisa, apresentando o conceito do desenvolvimento sustentável e o papel que nele desempenha o sector dos edifícios, assim como, a referência aos objectivos e organização do trabalho proposto.

O segundo capítulo aborda uma revisão geral sobre a energia nos edifícios, no que diz respeito, às características de construção, conforto térmico, climatização, consumo de água, preparação de AQS, iluminação, electrodomésticos, energias renováveis, certificação e auditorias energéticas, entre outros.

O terceiro capítulo apresenta a caracterização das residências de estudantes da Universidade do Algarve, através do levantamento de dados gerais de edifícios, nomeadamente, das características construtivas e dos seus equipamentos, seguida da análise dos consumos energéticos (custos e consumos específicos de água, gás e de electricidade e indicadores de consumo energético) registados num ano completo.

Posteriormente, com base nos dados e resultados obtidos foi escolhida uma residência representativa, a Residência Masculina Ferragial. No quarto capítulo é efectuada uma análise mais detalhada desta residência e dos serviços associados,

através da caracterização da envolvente opaca e translúcida, iluminação, electrodomésticos, tarifa e potência contratada, consumo e preparação de AQS, entre outros.

O quinto capítulo apresenta as medições efectuadas na Residência Masculina Ferragial, nomeadamente, as medições de consumos de energia eléctrica efectuadas através do registo diário manual de valores dos contadores dos quadros eléctricos e através do aparelho analisador de energia eléctrica no contador do quadro eléctrico do sistema de preparação de AQS, assim como, as medições de parâmetros de conforto térmico e de iluminância realizadas em várias habitações.

O sexto capítulo apresenta algumas informações importantes que complementam este estudo, obtidas através dos inquéritos efectuados aos ocupantes da Residência Masculina Ferragial, com o objectivo de avaliar o consumo energético e o conforto térmico.

As conclusões são apresentadas no sétimo capítulo, em resultado da análise e discussão dos resultados obtidos. Finalmente, no último capítulo apresentam-se as sugestões para novos trabalhos, de forma a colaborar ou complementar informações agora adquiridas.

2 – ENERGIA NOS EDIFÍCIOS

As condições de conforto de um edifício existente poderão depender de uma série de factores que incluem as suas características de construção e os sistemas de aquecimento e arrefecimento do ambiente. É essencial proceder a uma avaliação correcta destas características para avaliar as linhas de acção que podem conduzir a uma melhoria significativa do ambiente interior e a menores custos na utilização de energia.

2.1 - Características exteriores

A forma e a localização têm um forte impacto na eficiência energética do edifício. A necessidade de aquecer no Inverno advém do facto do calor gerado no seu interior ser continuamente transmitido para o exterior através das paredes, janelas, coberturas, etc.

Para um edifício ser energeticamente eficiente deve apresentar um factor de forma ou uma relação superfície/volume baixo, desta forma, uma casa independente é menos eficiente do que um edifício de vários pisos (Projecto Enerbuilding – Eficiência Energética, 2008).

A localização do edifício é muito importante para as necessidades térmicas do espaço interior.

A orientação e captação de energia solar constitui um factor primordial, especialmente em Portugal com um clima moderado, mas com uma demarcação muito significativa da estação quente e fria.

A capacidade que um edifício tem de captar a radiação solar nos períodos em que existe uma maior necessidade de energia (Inverno) e de ter a menor superfície possível exposta à luz do sol quando existe a necessidade de dissipar o calor (Verão), determina o grau de conforto oferecido aos ocupantes e os consequentes gastos de energia (Gonçalves e Graça, 2004).

Como o presente caso de estudo recai sobre edifícios já existentes, o clima, factor forma e a orientação não são variáveis onde se pode actuar, apenas importa referir como termo de comparação entre as várias residências universitárias estudadas.

2.2 - Características da construção

Do ponto de vista energético, a qualidade de um edifício existente também irá depender das características dos elementos que fazem a fronteira entre o edifício e o ambiente exterior, ou seja, da sua envolvente (fachadas, janelas e coberturas).

Nas características da envolvente exterior, o tipo de material com que se constrói a fachada de um edifício também influencia as condições de conforto no seu interior. As características a ter em conta em relação aos ganhos e perdas de energia são a inércia térmica do material e o seu poder isolante.

Existem vários tipos de paredes exteriores. A parede exterior simples é composta apenas por um pano de alvenaria, ao qual é fixo uma camada de isolamento térmico pelo lado exterior, que posteriormente receberá um acabamento final. Para que este acabamento ofereça maior resistência às acções mecânicas e climatéricas, o revestimento é composto por armadura.

Este sistema isola igualmente todo o edifício, evitando a formação de pontes térmicas e reduzindo as condensações. Por outro lado, minimiza as trocas térmicas entre o interior e o exterior de forma mais eficiente.

Em Portugal as paredes exteriores duplas são as mais comuns e são compostas por dois panos de alvenaria paralelos (exterior e interior), que formam entre si um espaço de ar, para a recolha da eventual acumulação de água, e onde se coloca o isolamento térmico, preenchendo parcialmente a caixa-de-ar.

Os dois panos de alvenaria podem ser compostos por tijolo de barro vermelho, blocos de betão leve, blocos de betão celular, entre outros.

O isolamento térmico deve ser colocado de forma a evitar a formação de pontes térmicas, que permitem as condensações e o desenvolvimento de bolores, fungos

e bactérias, que comprometem a qualidade do ar interior e a durabilidade dos vários elementos da construção. Geralmente ocorrem em vigas e pilares.

Para o revestimento exterior das paredes exteriores duplas, os elementos descontínuos são os mais frequentes: elementos de ardósia, ou revestimentos com materiais ligantes, hidráulicos ou sintéticos. Estes devem ser permeáveis ao vapor de água, para permitir que o suporte “respire”, evitando as condensações no interior da parede, mas devem ser impermeáveis à água.

O pavimento deve ser adequado ao tipo de utilização, para dar uma resposta adequada às solicitações, nomeadamente quanto às cargas a que está sujeito e ao desgaste próprio da sua utilização.

Uma laje em contacto com o solo está sujeita a acções diferentes de uma laje intermédia, ou de uma laje de cobertura e os cuidados a ter serão diferentes.

As coberturas estão sujeitas ao longo do dia e do ano à radiação solar, à acção do vento e à presença de água. É fundamental que estejam devidamente impermeabilizadas e termicamente isoladas, para evitar o sobreaquecimento no verão e minimizar as perdas térmicas no Inverno.

Poderão ser coberturas planas (não acessíveis, acessíveis a pessoas - terraços, ou acessíveis a veículos), coberturas inclinadas (normalmente denominadas de telhados), ou coberturas verdes/ajardinadas.

Um edifício mal isolado apresenta maiores custos com a climatização. O isolamento térmico é determinante para a minimização de trocas térmicas excessivas entre o interior e o exterior de um edifício, evitando as perdas de calor na estação fria e o sobreaquecimento interior na estação quente.

Deve apresentar um baixo índice de condutibilidade térmica e de energia incorporada e pode ser de vários tipos: aglomerado de cortiça, espuma de poliuretano, lã de rocha, lã de vidro, poliestireno expandido e poliestireno extrudido.

O revestimento de paredes pode ser efectuado através de materiais cerâmicos, gesso cartonado e tintas; o revestimento de coberturas através de telhas cerâmicas e de cimento; e o revestimento de pavimento através de aglomerado de cortiça, madeira e materiais cerâmicos.

Existem vários tipos de reboco: estuque de gesso, reboco monocamada e reboco tradicional.

A cor dos revestimentos (fachadas e coberturas) também influencia o conforto térmico. Uma superfície lisa de cor preta absorve cerca de 90% da radiação solar incidente, ao passo que uma superfície branca reflecte 80% da radiação. A escolha de cores claras para o revestimento das paredes exteriores permitirá reflectir grande parte da radiação (Projecto Enerbuilding – Eficiência Energética, 2008).

As superfícies envidraçadas contribuem significativamente para o conforto no interior de uma habitação. O tipo de caixilho, vidro e sombreamento irá permitir maiores ou menores trocas térmicas entre o interior e o exterior. Desta forma, os vidros devem ser duplos e os caixilhos eficientes. No mercado existem várias opções para o material do caixilho: madeira, alumínio, PVC, etc. (Ecocasa, 2010).

Existem janelas que podem apresentar uma elevada resistência térmica pela combinação de vidros duplos com múltiplas camadas de baixa emissividade, com o preenchimento da câmara-de-ar com gás de baixa condutibilidade térmica (árgon ou cripton), e usando espaçadores isolantes no caixilho (Ribeiro de Sá, 2008).

As protecções solares exteriores (estores) e interiores (estores ou cortinados) contribuem positivamente para o balanço no Verão, quando os ganhos de calor são menos desejáveis.

É importante que a caixa do estore esteja adequadamente isolada, para evitar as infiltrações de ar indesejadas e devidamente impermeabilizada para que não seja um ponto de entrada de água (Ecocasa, 2010).

2.3 - Reabilitação energética

Pequenas intervenções de melhoria nos edifícios podem conduzir a economias energéticas avultadas. Desta forma, o consumo de energia nos edifícios poderá ser reduzido através da reabilitação de janelas, do isolamento interno ou externo de paredes, do isolamento de telhados quando estes necessitem de ser substituídos e através de medidas para reduzir a troca não controlada do ar interior e exterior. A seguir encontram-se alguns exemplos documentados.

A reabilitação de habitações multifamiliares na Alemanha através do isolamento e acabamento externo, entre outras medidas, permitiu reduzir na utilização de energia para o aquecimento num factor de 8 (www.3lh.de *in* Harvey, 2009).

A reabilitação da cobertura de um edifício na Suíça permitiu reduzir a necessidade de aquecimento em aproximadamente num factor de 3 (Humm, 2000 *in* Harvey, 2009).

A impermeabilização do ar e uma reabilitação modesta no isolamento de casas no Reino Unido (York), permitiram uma redução de 35% na utilização de energia para o aquecimento. Foi projectada também uma poupança de 70% através de medidas mais extensas (Bell e Lowe, 2000 *in* Harvey, 2009).

Uma poupança de 88% no consumo de energia para o aquecimento foi obtido através de uma reabilitação mais complexa, que incluía a substituição do telhado de um prédio antigo em Zurique. Facto verificado através de medições efectuadas durante um período de dois anos (Viridén *et al.*, 2003 *in* Harvey, 2009).

Llovera *et al.* (2011) estudaram uma casa residencial em Andorra, que apresentava uma combinação de sistemas de energia solar activa e passiva para o fornecimento de climatização (aquecimento e arrefecimento). Concluíram que é possível alcançar uma redução significativa de 80% no consumo de energia, através de melhorias ao nível do isolamento, orientação e concepção geral do edifício, quando comparado com os padrões de uma habitação típica da região.

Ardente *et al.* (2011) através de estudos em edifícios públicos concluíram que os benefícios mais significativos ao nível da poupança de energia estão relacionados

principalmente com a melhoria do isolamento térmico da envolvente (janelas de alta eficiência e placas de isolamento térmico). A substituição do isolamento e de vidros forneceram soluções particularmente eficientes.

Özkan e Onan (2011) analisaram quatro regiões climáticas da Turquia e calcularam a espessura ideal para o isolamento da parede externa. Concluíram que o aumento na espessura do isolamento reduzirá o consumo de energia nos edifícios. Como resultado, as taxas de emissão de produtos de combustão (CO₂ e SO₂) irão decrescer. No caso da utilização de gás natural como combustível e da aplicação do material isolante (XPS), as emissões de CO₂ reduziram em 50,91%.

Segundo Ribeiro de Sá (2008), a reabilitação térmica de vidros e janelas permitirá reforçar o isolamento térmico do edifício, a redução das infiltrações de ar não controladas, a melhoria da ventilação natural, o aumento da captação de ganhos solares no Inverno e o reforço da protecção da radiação solar durante o Verão. Todas estas medidas contribuirão não só para a redução das necessidades de consumo de energia como também para a melhoria das condições de conforto, térmico e acústico, e de qualidade do ar no interior dos edifícios

2.4 – Conforto térmico

A norma ISO 7730 define conforto térmico como o estado de espírito em que um indivíduo revela satisfação em relação ao ambiente térmico.

O conforto térmico depende de dois parâmetros individuais: resistência térmica do vestuário e nível de actividade, e de quatro parâmetros ambientais: temperatura média do ar, temperatura média radiante, velocidade média do ar e humidade relativa.

O vestuário (I_{cl}) normalmente funciona como uma resistência térmica, a sua unidade de medida é definida por clo, sendo $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$. Durante o Verão o vestuário típico é de sensivelmente 0,5 clo e no Inverno pode variar entre 1 e 3 clo.

A actividade (M) representa uma medida da produção interna de calor por parte do organismo, e é definido por met, sendo $1 \text{ met} = 58,15 \text{ W/m}^2$. Um indivíduo

típico tem uma superfície aproximada de $1,8 \text{ m}^2$, que corresponde quando está em repouso, a uma produção aproximada de 100 W.

A temperatura média do ar (t_a) influencia os processos de transmissão de calor por convecção natural, ou mista e por evaporação.

A temperatura média radiante (t_r) influencia a troca de calor sob a forma de radiação entre um indivíduo e as superfícies circundantes. Se a temperatura média do corpo for superior à das superfícies circundantes, existe perda de calor por radiação por parte do organismo, caso contrário, haverá um ganho.

A velocidade média do ar (V_{ar}) influencia os processos de perda de calor por parte do organismo, nomeadamente, a transmissão de calor por convecção forçada, ou mista e por evaporação.

A humidade relativa (HR) influencia os processos de perda de calor por evaporação. No caso de ambientes térmicos moderados, a humidade relativa apresenta uma influência muito reduzida. A sua importância destaca-se mais ao nível da qualidade do ar (Conceição, 1996).

2.5 – Ventilação

É muito importante dispor de uma troca de ar nas condições consideradas ideais para se garantir o conforto e a qualidade do ar interior, permitindo uma redução da humidade e contaminação.

No Inverno quando a temperatura exterior apresenta quase sempre valores abaixo das condições de conforto, interessa limitar as infiltrações. No entanto, a renovação do ar interior é necessária para manter as condições de salubridade interior do edifício, deve-se manter um mínimo recomendável através de um sistema de ventilação natural, mecânico ou híbrido.

No Verão a ventilação natural é muito importante para o arrefecimento nocturno dos edifícios (Gonçalves e Graça, 2004).

2.6 – Climatização

Os sistemas de aquecimento e arrefecimento, em edifícios existentes e que não tiram proveito das soluções passivas, poderão ser os que apresentam um maior impacto no conforto do ambiente, sendo responsáveis por uma parte significativa da factura energética e pelas emissões de gases poluentes, daí que a sua eficiência energética seja fundamental.

A eficiência energética de um sistema de aquecimento e/ou arrefecimento atinge o nível mais elevado, quanto menor for o consumo de energia para manter as condições de conforto o mais estáveis possíveis, proporcionando o bem-estar dos ocupantes (Projecto Enerbuilding, 2008).

De uma maneira geral, como sistemas de aquecimento e arrefecimento temos: sistemas centralizados, semi-centralizados ou individuais.

O sistema centralizado é um sistema em que o equipamento necessário para a produção de frio ou calor (e filtragem, humedificação e desumidificação, caso existam) se situa numa instalação e num local distinto dos locais a climatizar, sendo o frio ou calor (e humidade), no todo ou em parte, transportado por um fluido térmico aos diferentes locais a climatizar.

O sistema individual apresenta esta designação quando, o sistema de produção e de distribuição de frio ou calor servem uma unidade residencial individual do edifício (Rodrigues, 2007).

2.7 – Consumo de água e preparação de água quente sanitária (AQS)

2.7.1 - Tipo de dispositivos e equipamentos de consumo de água

A média europeia para o consumo urbano de água situa-se nos 183 litros/habitante.dia. Em Portugal pode ser considerado como valor médio 160 litros/habitante.dia, para um edifício unifamiliar, e 140 litros/habitante.dia, para um edifício multifamiliar (Barroso, 2010).

As torneiras representam cerca de 16% do consumo médio diário de uma casa (Ecocasa, 2010). Os principais factores que influenciam no consumo são o caudal, a duração da utilização e o número de utilizações por dia.

Reduzindo o tempo em que a torneira está aberta, através de uma utilização mais rápida ou fechando a torneira enquanto se ensaboa, barbeia, lava a loiça, etc., estima-se uma poupança potencial que pode ir até cerca de 50% (Ecocasa, 2010).

A utilização de dispositivos redutores de caudal nas torneiras permite uma diminuição do consumo de água de 50% em média (Ecocasa, 2010).

A substituição de uma torneira convencional, com um caudal médio de 6 litros por minuto, por uma torneira mais económica de 3 litros por minuto é possível obter um potencial de redução de 19 m³/ano/habitação, que corresponde a uma eficiência potencial de 50% (Ecocasa, 2010).

Os banhos e duches representam cerca de 39% do consumo médio diário de uma casa (Ecocasa, 2010). Os principais factores que influenciam o consumo são o caudal do chuveiro, a duração do duche e o número de duches por dia.

O caudal do chuveiro depende da pressão da água à chegada ao dispositivo e do equipamento utilizado para aquecer a água (esquentador, termoacumulador, etc.).

É importante considerar a compatibilidade entre um chuveiro de baixo consumo e o sistema de aquecimento de água, que deve funcionar mesmo para caudais baixos, sem afectar o desempenho do sistema e o conforto do utilizador.

Admitindo que o utilizador demora em média 10 minutos no duche, a redução da duração para 5 minutos, fechando a torneira enquanto se ensaboa ou reduzindo o tempo do duche, permite uma poupança potencial de 40 m³/ano, ou seja, 192 milhões de m³/ano no país, para os utilizadores domésticos. Este cenário corresponde a uma eficiência potencial de 50% (Ecocasa, 2010).

Os consumos de água na utilização de chuveiros podem ser reduzidos pela instalação de redutores de caudal (Figura 4 do Anexo III) ou pela substituição do chuveiro (Figura 5 do Anexo III).

A opção por dispositivos mais económicos permite reduções de consumo na ordem dos 50%, assim como, a diminuição das descargas de águas residuais e do consumo de energia associado ao aquecimento de água (Ecocasa, 2010).

Na utilização doméstica de água, as descargas do autoclismo representam cerca de 31% (Ecocasa, 2010). O consumo de água deriva não só de descargas associadas às necessidades fisiológicas mas também, de uma utilização inadequada, como por exemplo, as descargas de resíduos sólidos ou fugas devido à estanquidade deficiente do aparelho.

A redução do volume de descarga do autoclismo é uma das medidas mais eficientes e, em muitos casos, são implementados programas de substituição alargada de autoclismos.

As máquinas de lavar roupa e loiça são responsáveis por 10% do consumo de água doméstica (Ecocasa, 2010). A redução do consumo está directamente ligada à alteração da forma como estes equipamentos são utilizados, através da minimização do número de lavagens e do consumo de água em cada lavagem.

A máquina de lavar roupa na sua capacidade máxima permite uma poupança potencial de 1,8 m³/ano/habitação (referente a utilizadores domésticos). Este valor corresponde a uma melhoria de 16% na utilização da água (Ecocasa, 2010).

2.7.2 - Preparação de água quente sanitária (AQS)

O aquecimento de água é um processo que consome uma grande quantidade de energia, pelo que a selecção e utilização eficiente destes sistemas apresentam um grande impacto no consumo de energia.

Existe uma grande variedade de tecnologias para a obtenção de AQS, sendo as mais utilizadas: esquentadores a gás e caldeiras, termoacumuladores eléctricos e colectores solares. Os sistemas podem ser centralizados, semi-centralizados e individuais.

Uma das medidas mais eficientes para poupar energia na preparação de água quente sanitária reside na minimização dos consumos. Por exemplo, a utilização de

sistemas redutores de caudal proporcionarão um conforto de utilização semelhante ao chuveiro ou torneira normal, mas com cerca de metade do caudal de água.

Em Portugal, desde Julho de 2006, todos os edifícios novos devem ser projectados de acordo com o Novo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (DL 80/2006), onde se prevê a utilização de painéis solares térmicos sempre que o edifício apresentar boas condições de captação de radiação solar.

Para o caso de edifícios já existentes, a instalação de um sistema de energia solar bem dimensionado, também poderá igualmente conduzir a uma poupança de 70% dos custos em energia, necessários para a preparação de água quente sanitária (Projecto Enerbuilding, 2008).

2.8 – Iluminação

A iluminação é uma necessidade básica que contribui para o bem-estar e para a eficiência das tarefas, devendo obedecer a certos padrões de qualidade (Fernandes e Moura, 2008).

É uma área que contribui de forma relevante para a gestão dos consumos de energia de um edifício, e qualquer melhoria irá conduzir a elevados benefícios ao nível da eficiência energética.

Sem desprezar os níveis de conforto, nos últimos anos têm surgido várias tecnologias com elevada inovação, que permitem poupar nos consumos de energia, como é o caso de lâmpadas de elevada eficiência luminosa e de equipamentos mais eficientes (armaduras, balastros, reflectores, etc.).

A aplicação de balastros electrónicos pode levar a reduções de consumos na ordem dos 20 a 30% (Ribeiro de Sá, 2008).

Existe uma série de comportamentos ou conselhos práticos que podem ser aplicados nos edifícios tais como: desligar a iluminação nos períodos de paragem

por intervenção humana, ou através de sensores de intensidade luminosa ou de presença, e de relógios programáveis ou astronómicos.

Por outro lado, deve-se tirar também, o máximo partido da iluminação natural através de janelas com boa iluminação e sem objectos que impeçam a entrada da luz natural, assim como, da utilização de cores claras e adequadas na pintura dos espaços para maximizar a iluminação existente.

A iluminação adaptada é outro factor muito importante. Por exemplo, pode-se transferir zonas de tarefas para zonas próximas da entrada de luz natural e reforçar a iluminação localizada, para permitir desligar a iluminação geral.

A utilização de níveis de iluminação adequados às actividades também deve ser tomada em consideração, uma vez que, a iluminação demasiado elevada origina desperdício energético e desconforto visual, e demasiado baixa proporciona cansaço, maior probabilidade de erros e acidentes (Ribeiro de Sá, 2008).

Um sistema de iluminação eficiente seria aquele que apresentasse o controlo individual para zonas com diferentes necessidades de iluminação (iluminação para zonas de tarefas ou para ambiente), através da utilização de níveis relativamente baixos de luz de fundo, completada com uma maior iluminação, quando e onde for necessária (Harvey, 2009).

Actualmente, existe uma elevada oferta de soluções mais eficientes para a iluminação no sector doméstico:

- Lâmpadas fluorescentes compactas, de luz branco quente (para zonas de descanso) ou de luz branco frio (para zonas de actividade), em diversos formatos e com utilização em quase todos os tipos de candeeiros ou suportes;
- LEDs com qualidade de luz equivalente às outras soluções utilizadas no sector doméstico e com os formatos mais utilizados;
- Halogéneo mais eficiente (“energy saver”), principalmente nos formatos em que ainda não foi possível obter lâmpadas fluorescentes compactas equivalentes.

Através do projecto EcoFamílias, desenvolvido pela Quercus em 2007, foi possível verificar que cada habitação deveria substituir uma média de 3,2 lâmpadas ineficientes (lâmpadas incandescentes e/ou de halogéneo) por lâmpadas fluorescentes compactas.

Cada família poderia atingir uma redução média de consumo de energia eléctrica de 102 KWh/ano (2,6% da factura de electricidade), que se traduz numa poupança de 11,5 €/ano. Por outro lado, seriam evitados em média, 48 kg CO₂/ano, tendo por base o factor de emissão para o ano de 2007 (Ecocasa, 2010).

No início de 2009, a União Europeia decidiu retirar as lâmpadas incandescentes do mercado, devido à sua elevada ineficiência, com o seguinte calendário de proibição de venda:

- Lâmpadas acima de 80 W proibidas a partir de 1 de Setembro 2009;
- Lâmpadas acima de 65 W proibidas a partir de 1 de Setembro 2010;
- Lâmpadas acima de 45 W proibidas a partir de 1 de Setembro 2011 e
- Lâmpadas acima de 7 W proibidas a partir de 1 de Setembro 2012 (Ecocasa, 2010).

2.9 – Electrodomésticos

Na compra de um electrodoméstico deve-se considerar o grau de eficiência, para que na utilização não se verifique um excessivo consumo de energia.

Alguns electrodomésticos apresentam já nos pontos de venda a Etiqueta de Eficiência Energética, que permite saber a classe a que pertencem. De afixação obrigatória poderá auxiliar para uma escolha mais eficiente.

Durante a escolha de um electrodoméstico é fundamental considerar as necessidades reais. Quando não é necessário um frigorífico de grande volume (frigorífico americano), não faz sentido adquirir um equipamento mais consumidor, do qual não se tira pleno proveito, aplicando-se igualmente na aquisição de máquinas de lavar.

O portal da internet Topten apresenta informação detalhada sobre os modelos mais eficientes no mercado português.

A Etiqueta de Eficiência Energética foi criada com o objectivo de informar o consumidor, no momento da compra, sobre determinadas características dos electrodomésticos, utilizando uma classificação para identificar os mais e os menos eficientes.

A classificação da eficiência energética vai da classe A (mais eficiente) à G (menos eficiente) e indica se um electrodoméstico consegue realizar as suas funções utilizando mais ou menos energia, sendo menos ou mais eficiente, respectivamente. No caso dos equipamentos de frio já existe a classificação A+ e A++.

A potência do equipamento não está directamente relacionada com a sua eficiência energética. Um aparelho com uma potência de 750 W ou de 1000 W significa que usa mais ou menos energia a trabalhar, embora não diga se ele usa mais eficientemente ou não a energia que consome. Essa é precisamente a informação dada pela classe de eficiência energética do equipamento.

No caso das máquinas de lavar roupa, uma máquina de classe B pode consumir cerca de 21% a mais de energia do que uma de classe A (Ecocasa, 2010).

A etiqueta energética é comparável entre equipamentos que realizam o mesmo tipo de função. Na dúvida entre comprar uma máquina de lavar e secar roupa e comprar uma máquina de lavar e outra de secar, não se poderá comparar a classe energética dos diferentes equipamentos.

Esta regra aplica-se também para equipamentos de frio. Na compra de um frigorífico não se poderá comparar a classe energética de um combinado com a de um frigorífico que não tem congelador ou com um frigorífico americano.

A informação disponibilizada na etiqueta depende do electrodoméstico em causa. Um aspecto importante para o conforto e que por vezes não é mencionado é o ruído produzido.

Nas máquinas de lavar roupa e loiça é importante verificar as eficiências de lavagem, de secagem (máquina de lavar loiça) e de centrifugação (máquina de lavar roupa), que são medidas na mesma escala da eficiência energética (de A à G) e que têm que estar presentes na etiqueta.

Uma ideia generalizada e errada é que um equipamento mais eficiente é necessariamente mais caro. É possível encontrar equipamentos de classe C, consideravelmente mais caros do que outros de classe A.

No entanto, apesar de se pagar um pouco mais por um equipamento mais eficiente, esse investimento será mais tarde recuperado na redução do consumo energético que o equipamento irá proporcionar. Ao se optar por um mais barato e menos eficiente, acabará por se pagar em prestações na factura da electricidade.

Os equipamentos de informática e de entretenimento são os grandes responsáveis pelos consumos “*stand-by*” e “*off-mode*”, que não trazem qualquer bem acrescido ao consumidor.

O consumo anual médio em “*stand-by*” e “*off-mode*” estimado para cada lar português é de 174 kWh/ano, o que corresponde a um peso de cerca de 5,2% na factura energética anual (Ecocasa, 2010). Desta forma, a eliminação destes desperdícios pode representar um peso significativo na redução da factura energética.

Na Figura 1 do Anexo III encontram-se alguns exemplos de aparelhos de informática e entretenimento e as respectivas potências máximas em “*stand-by*” e “*off-mode*” (Ecocasa, 2010).

2.10 – Energias Renováveis

Em 2008, Portugal foi o 5º país da União Europeia (UE15) com maior incorporação de energias renováveis. A produção de energia eléctrica a partir de fontes de energia renováveis (FER) cresce, acompanhando a evolução da sua componente hídrica (53% da potência instalada em 2009). No final de Outubro de 2010, existia uma capacidade instalada de 9405 MW para produção de energia eléctrica a partir de FER (DGGE, 2010).

As energias renováveis são fontes inesgotáveis e poderão contribuir para o fornecimento de uma parte da energia nos edifícios, pelo que, é muito importante incentivar a sua utilização de forma descentralizada, contribuindo para a utilização racional de energia e a redução da factura energética.

Em Portugal, foi aprovado um Decreto-lei que facilita o acesso dos consumidores a microprodução de electricidade, com o objectivo de incentivar a produção de electricidade através da utilização de recursos endógenos e renováveis ou a produção combinada de calor e electricidade.

Desde Fevereiro de 2008, um consumidor de electricidade pode tornar-se um produtor de electricidade. As regras foram definidas no DL 363/2007, publicado a 2 de Novembro, que constitui o regime das “Renováveis na Hora”.

O regime aplica-se à instalação de produção de electricidade monofásica em baixa tensão com potência até 5,75 KW, que utilizem recursos renováveis como energia primária ou que produzam, em cogeração, electricidade e calor.

Abrange as instalações fotovoltaicas, eólicas, hídricas, caldeiras a biomassa (com cogeração, ou seja, produção simultânea de calor e electricidade), pilhas de combustível com base em hidrogénio (desde que este seja produzido através de fontes renováveis) ou combinações das mesmas fontes (Projecto Enerbuilding – Eficiência Energética, 2008).

Na prática, o que está comercialmente desenvolvido é a utilização da energia solar fotovoltaica, deixando de existir as desvantagens desta utilização, nomeadamente o armazenamento de energia, uma vez que se injecta directamente na rede.

Em pouco mais de dois anos, o programa da microprodução teve um sucesso significativo, com mais de 5400 unidades de microprodução instaladas, correspondentes a cerca de 19 MW de potência instalada (Decreto-Lei 118-A/2010).

Recentemente, foi publicado o novo Decreto-Lei nº 118-A/2010 que cria condições para produzir mais electricidade em baixa tensão, de forma mais simples e em condições mais favoráveis, com as seguintes alterações: aumenta a quantidade de

electricidade que pode ser produzida (25 milhões de W por ano, em vez dos actuais 14 milhões de W por ano), passa a ser obrigatório o fornecedor comprar a electricidade produzida, entre outras (Decreto-Lei 118-A/2010).

A seguir apresentam-se alguns estudos documentados da aplicação de energias renováveis em edifícios.

Rezaie *et al.* (2010) estudaram várias opções para a aplicação de energias renováveis em quatro edifícios no Canada (dois do sector residencial, um prédio comercial/institucional e um edifício industrial) abrangendo: bomba de calor geotérmica para climatização, colector solar para a preparação de água quente e/ou aquecimento do ambiente e painel fotovoltaico para geração de electricidade. O objectivo seria criar projectos em sistemas híbridos combinando a tecnologia geotérmica e solar.

Em todos os casos, a opção do colector solar para a preparação de AQS e aquecimento central foi a mais rentável. Por outro lado, a opção dos painéis fotovoltaicos foi tecnicamente a mais adequada para atender as necessidades de electricidade. A bomba de calor geotérmica foi bastante atractiva ao nível da eficiência e do impacte ambiental, embora necessitasse de instalação e manutenção. Este sistema encontra-se muito pouco difundido em Portugal. Finalmente, os sistemas híbridos foram os que ofereceram as maiores vantagens: maior eficiência, redução de custos, redução de emissões de CO₂, etc.

Wang e Zhai (2006) analisaram o custo operacional anual para a preparação de AQS em edifícios residenciais na China, através da utilização de colectores solares, caldeiras a diesel, caldeiras a gás e sistemas eléctricos. Concluíram que os colectores solares eram os sistemas mais económicos. Por outro lado, comparando com os sistemas eléctricos, o custo operacional anual dos colectores solares é inferior em cerca de 70%.

No entanto, o recente desenvolvimento de bombas de calor para a preparação de AQS, tem mostrado outras perspectivas. Estes sistemas consomem electricidade, mas retiram três vezes mais energia do ambiente e poderão fornecer água quente

a tempo inteiro e utilizados como sistemas de armazenamento térmico de água quente.

Por outro lado, como as bombas de calor não apresentam restrições na instalação, tornam-se bastante atractivas, especialmente em zonas que apresentam Invernos rigorosos e com períodos curtos de sol por ano. Nestes casos, as bombas de calor poderão ser concorrentes dos colectores solares para a preparação de AQS.

Niu *et al.* (2011) estudaram o consumo doméstico da cidade de Lanzhou na China, através da utilização de seis tipos de energia: electricidade, carvão, gás natural, GLP, energia solar e gasolina. Foram efectuados 150 questionários a agregados familiares com o objectivo de estimar os efeitos da redução das emissões, com base na substituição dos diferentes tipos de energia.

Concluíram que a substituição de 1116,87 KWh de consumo de energia eléctrica por energia solar poderia reduzir as emissões de CO₂, SO₂ e NOx em 535,3 kg; 3,54 kg e 0,29 kg respectivamente. No caso do consumo de gás natural, a substituição de 115,3 m³ por energia solar poderia reduzir as emissões de CO₂, SO₂ e NOx em 251,82 kg; 1,93 kg e 2,76 kg respectivamente. Por outro lado, uma maior utilização de gás natural e de energia solar reduziria as emissões de forma significativa em relação aos restantes tipos de energia.

Segundo Jardim (2009) a implementação de energias renováveis representa sempre uma medida de economia de energia primária não renovável e por conseguinte uma poupança nas emissões de CO₂, contudo, deve-se dar sempre importância ao sistema de apoio. Independentemente do sistema de apoio escolhido, a introdução do sistema solar térmico para a preparação de AQS comporta uma poupança de energia entre 45 a 62%.

2.11 – Certificação energética dos edifícios

A Directiva nº 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, relativa ao desempenho energético dos edifícios, estabelece que os Estados membros da União Europeia devem implementar um sistema de certificação energética de forma a informar o cidadão sobre a qualidade térmica

dos edifícios, aquando da construção, da venda, ou do arrendamento dos mesmos, exigindo também que o sistema de certificação abranja igualmente todos os grandes edifícios públicos.

Existem três Decretos-Lei que transpõem parcialmente para ordem jurídica nacional a Directiva nº 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro, que se refere ao desempenho energético dos edifícios:

- Decreto-Lei nº 78/2006 - SCE
- Decreto-Lei nº 79/2006 - RSECE
- Decreto-Lei nº 80/2006 - RCCTE

O Decreto-Lei nº 78/2006 define o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE), assegurando a aplicação regulamentar, nomeadamente no que respeita às condições de eficiência energética e à utilização de sistemas de energias renováveis.

O SCE na prática serve de ponto de partida para o Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE), Decreto-Lei nº 79/2006 de 4 de Abril, e Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei nº 80/2006 de 4 de Abril.

Define ainda vários conceitos, tais como:

- Grande intervenção de reabilitação – Uma intervenção na envolvente ou nas instalações energéticas ou outras, do edifício, cujo custo seja superior a 25% do valor do edifício, nas condições definidas no RCCTE.
- Plano de racionalização energética – Conjunto de medidas de racionalização energética, de redução de consumos ou de custos de energia, elaborado na sequência de uma auditoria energética, organizadas e seriadas na base da sua exequibilidade e da sua viabilidade económica.

O RCCTE veio estabelecer requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação e de pequenos serviços sem sistemas de climatização, nomeadamente ao nível das características da envolvente (paredes, envidraçados, pavimentos e

coberturas), limitando as perdas térmicas e controlando os ganhos solares excessivos.

Este regulamento impõe limites aos consumos energéticos da habitação para climatização e produção de águas quentes, num claro incentivo à utilização de sistemas eficientes e de fontes energéticas com menor impacte em termos de consumo de energia primária. A nova legislação determina também a obrigatoriedade da instalação de colectores solares e valoriza a utilização de outras fontes de energia renovável na determinação do desempenho energético do edifício.

O RSECE veio igualmente definir um conjunto de requisitos aplicáveis a edifícios de serviços e de habitação dotados de sistemas de climatização, os quais, para além dos aspectos da qualidade da envolvente e da limitação dos consumos energéticos, abrangem também a eficiência e manutenção dos sistemas de climatização dos edifícios, obrigando igualmente à realização de auditorias periódicas aos edifícios de serviços.

Neste regulamento, a qualidade do ar interior surge também com requisitos que abrangem as taxas de renovação do ar interior nos espaços e a concentração máxima dos principais poluentes. A aplicação destes regulamentos é verificada em várias etapas ao longo do tempo de vida de um edifício, sendo essa verificação realizada, no âmbito do SCE, por peritos devidamente qualificados para o efeito.

2.12 – Auditoria energética

A Auditoria Energética está associada com o trabalho de campo destinado a caracterizar os consumos e o estado de funcionamento das instalações técnicas, permite “fotografar” os consumos do edifício durante o período de funcionamento e apresenta como principais finalidades (Ramos, 2009):

- Identificar e quantificar os fluxos de energia no edifício (electricidade, combustíveis fósseis, etc.);

- Caracterizar os sistemas energéticos existentes para a conversão destas formas de energia em energia final, o seu estado de conservação, rendimentos de conversão e respectivos planos de manutenção;
- Verificar se estão satisfeitas as condições de conforto térmico pretendidas;
- Avaliar consumos energéticos específicos de cada utilização final e/ou sector do edifício (iluminação, climatização, ventilação, cozinha, etc.);
- Identificar medidas de racionalização energética de forma a melhorar o desempenho energético do edifício.

A forma de proceder à análise do consumo energético de um edifício poderá revestir-se de complexidade muito diversa. É usual distinguirem-se dois tipos de auditorias: auditorias simples e auditorias completas. As auditorias completas poderão englobar um maior ou menor número de medições e respectivas análises.

No entanto, as auditorias em todos os casos deverão englobar um conjunto de acções: inquérito ao funcionamento do edifício; informação relativa aos consumos; análise de resultados e proposta de alterações.

A informação relativa aos consumos será determinante na análise dos resultados e subsequente proposta de alterações. O grau de análise que se poderá efectuar irá depender do nível de informação obtida.

Uma informação genérica não permitirá uma análise detalhada e não garantirá que sejam tomadas as medidas mais económicas e eficientes para a redução do consumo energético desejado (Roriz, 1998).

2.13 – Tarifário da EDP – Electricidade de Portugal

2.13.1 – Tarifas e horários disponíveis

Existem várias opções tarifárias e horários disponíveis na EDP:

- **Tarifas BTN** – Baixa Tensão Normal – para a generalidade dos clientes residenciais, lojas, escritórios e pequenas empresas.
- **Tarifas BTE** – Baixa Tensão Especial – para pequenos negócios como a restauração, panificação, lavandarias, hotelaria, carpintarias, etc.

- **Tarifas MT** – Média Tensão – para a indústria de componentes automóveis, metalúrgica, moldes, vitrificação, grande hotelaria, etc.
- **Horários** – horas de vazio, horas cheias e horas de ponta, ciclo semanal e diário, horário de Verão e Inverno.

Na **Tarifa BTN até 20,7 KVA** temos:

- A **tarifa simples** que se destina à generalidade dos clientes residenciais;
- As **tarifas bi-horária e tri-horária** que têm uma redução no preço do KWh consumido em vazio.

A **Tarifa BTN maior que 20,7 KVA** destina-se a clientes que necessitam de uma potência superior à da média dos clientes residenciais.

A **Tarifa sazonal menor que 20,7 KVA** destina-se a actividades económicas que normalmente só ocorrem em certo período do ano, excepto casas de habitação.

A **Tarifa sazonal maior que 20,7 KVA** destina-se a actividades económicas que normalmente só ocorrem em certo período do ano, excepto casas de habitação (EDP – Guia do cliente, 2010).

2.13.2 – Potência recomendada e potência a contratar

O consumo de cada instalação varia em função do somatório da potência dos aparelhos instalados, do número de horas de utilização dos aparelhos e do número de pessoas que o utilizam.

Desta forma, os valores das potências e dos consumos médios mensais dos aparelhos, que se encontram na Figura 2 do Anexo III, servem apenas de orientação.

A potência a contratar depende não só do número e da potência dos equipamentos existentes, como também da forma como estes são utilizados. Quanto maior o número de aparelhos a usar em simultâneo, maior a potência de que se necessita.

Na Figura 3 do Anexo III encontram-se alguns exemplos práticos da correspondência entre a potência contratada e os aparelhos em utilização.

Para o caso de se possuir os aparelhos indicados no último nível de potência (13,8 KVA) e não se queira sujeitar a uma utilização condicionada, recomenda-se uma potência de 17,25 KVA, 20,7 KVA ou superior.

Quando se verificar que a potência que se contratou não se ajusta às necessidades (em caso de aumento ou diminuição de aparelhos eléctricos) pode-se solicitar, a qualquer momento, uma alteração da potência inicialmente contratada (EDP – Guia do cliente, 2010).

2.13.3 – Facturação do consumo

A facturação é efectuada de acordo com a opção tarifária e os consumos.

Nas opções tarifárias temos:

Tarifa Simples – solução para um consumo regular de energia em todas as horas do dia, quer durante a semana, quer ao fim de semana.

Tarifa bi-horária – aplica-se a valores de potência entre 3,45 a 20,7 KVA e baseia-se na existência de duas tarifas para dois períodos de utilização.

A tarifa bi-horária pode ser: **ciclo diário** (aconselhada para clientes que consomem mais no período nocturno) e **ciclo semanal** (recomendada quando o consumo de energia é mais elevado ao fim-de-semana).

Tarifa tri-horária – aplica-se a valores de potência a partir de 3,45 KVA, sendo recomendada para situações de consumo fora das horas de ponta. Para potências iguais ou superiores a 27,6 KVA é obrigatória, mas permite médias ou longas utilizações. Tal como a tarifa bi-horária tem dois ciclos: diário e semanal.

Tarifa sazonal – para actividades económicas que apresentem, pelo menos, 5 meses de ausência de consumo. Possibilita a escolha de um tarifário simples, bi-horário ou tri-horário. Estão excluídas as casas de habitação.

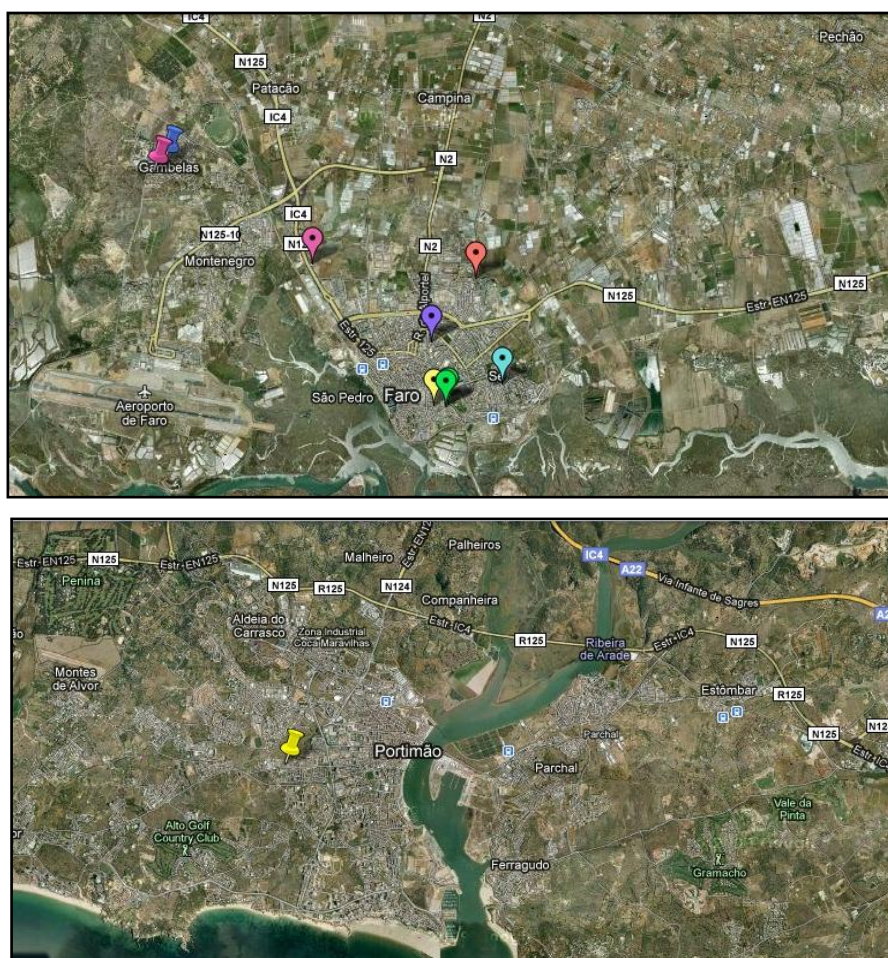
Tarifa social – para casas de habitação permanente com um consumo anual até 400 KWh e potência contratada de 1,15 ou 2,3 KVA, mesmo que aí se exerça uma pequena actividade profissional (EDP – Guia do cliente, 2010).

3 – CARACTERIZAÇÃO DAS RESIDÊNCIAS DE ESTUDANTES DA UNIVERSIDADE DO ALGARVE

A lista das residências de estudantes da Universidade do Algarve encontra-se descrita na Tabela 1 do Anexo II.

A Figura 1 apresenta o mapa com as cidades de Faro e Portimão e a localização das residências de estudantes da Universidade do Algarve.

Figura 1 – Localização das residências de estudantes da Universidade do Algarve (Google Earth, 2011)





Estas residências foram caracterizadas através de dados gerais de edifícios, tais como:

- Ano de construção;
- Dimensões (área útil de pavimento e número de quartos);
- Outros serviços (número de cozinhas e quartos de banho);
- Localização;
- Orientação (área urbana, interior da cidade e periferia da cidade);
- Zonas climáticas;
- Tipologia ou tipo de actividade;
- Ocupação (número de estudantes);
- Iluminação (tipo de lâmpadas);
- Estrutura de construção do edifício (com ou sem isolamento), tipos de vidro (simples ou duplo) e cor da envolvente;
- Potência térmica instalada;
- Equipamentos de climatização e presença de sistemas de aquecimento (eléctricos, caldeiras, bomba de calor, etc.);
- Equipamentos para a preparação de AQS (sistema eléctrico, caldeira à gás, com ou sem colectores solares, etc.);
- Consumos (facturas de energia eléctrica, gás e de água para um ano completo).

Estes dados foram fornecidos pelos Serviços de Acção Social (SAS) da Universidade do Algarve. Através do levantamento desta informação, foi possível caracterizar globalmente as residências de estudantes e saber como se comportam em termos energéticos.

De uma forma geral, as residências apresentam isolamento térmico, paredes duplas, as mais recentes têm vidros duplos, na iluminação são utilizadas lâmpadas fluorescentes, na climatização são utilizados aquecedores eléctricos e a tipologia dos edifícios é para habitação.

De acordo com o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) foi possível verificar que as residências de estudantes, quase todas na cidade de Faro, corresponde-lhes uma zona climática de Inverno I1, com 1060 graus – dias (GD) (°C dias), duração da estação de aquecimento de 4,3 meses, zona climática de Verão V2, temperatura externa do projecto 32°C e amplitude térmica de 12°C.

A Residência Feminina/Masculina de Portimão apresenta uma zona climática de Inverno I1, com 940 graus – dias (GD) (°C dias), duração da estação de aquecimento de 5,3 meses, zona climática de Verão V1, temperatura externa do projecto 31°C e amplitude térmica de 11°C.

Os restantes dados gerais de edifícios serão apresentados a seguir, através da análise individual e da caracterização dos consumos energéticos das residências de estudantes da Universidade do Algarve.

3.1 – Caracterização individual das residências de estudantes da Universidade do Algarve

3.1.1 – Caracterização da Residência Feminina do Campus da Penha

A Residência Feminina do Campus da Penha situa-se em Faro, na Quinta da Penha (área urbana) e é constituída por 28 quartos individuais e 38 duplos, com um total de 104 camas. A cor da envolvente é branca.

O ano de construção foi 1988 e apresenta uma área total de 2400 m² com 120 espaços, sendo contabilizados quartos, salas, cozinhas e sanitários.

A residência dispõe de colectores solares, bomba de calor e resistências eléctricas para a preparação de água quente sanitária (AQS) e encontra-se representada na Figura 1 do Anexo II.

3.1.2 – Caracterização da Residência Feminina Carreira de Tiro

A Residência Feminina Carreira de Tiro situa-se em Faro, na Praceta Salgueiro Maia, Bloco D (área urbana) e é constituída por 2 apartamentos (1ºD e 10ºA).

A residência apresenta 6 quartos duplos, com um total de 12 camas e a cor da envolvente é amarelo claro com castanho.

O ano de aquisição foi 1988 e apresenta uma área total de 220 m² com 14 espaços, sendo contabilizados quartos, salas, cozinhas e sanitários.

A residência é composta por apartamentos que dispõem de esquentadores a gás para a preparação de água quente sanitária (AQS) e encontra-se representada na Figura 2 do Anexo II.

3.1.3 – Caracterização da Residência Masculina Rua de Berlim

A Residência Masculina Rua de Berlim situa-se em Faro, na rua de Berlim, nº 79 (área urbana) e é constituída por 43 quartos individuais, com um total de 43 camas. A cor da envolvente é branca.

O ano de construção foi 1987 e apresenta uma área total de 1300 m² com 55 espaços, sendo contabilizados quartos, salas, cozinhas e sanitários.

A residência dispõe de colectores solares e resistências eléctricas de apoio para a preparação de água quente sanitária (AQS) e encontra-se representada na Figura 3 do Anexo II.

3.1.4 – Caracterização da Residência Feminina Albacor

A Residência Feminina Albacor situa-se em Faro na rua Brites de Almeida, nº 25 (área urbana) e é constituída por 38 quartos duplos, com um total de 76 camas. A cor da envolvente é amarelo claro.

O ano de aquisição foi 1994 e apresenta uma área total de 1565 m² com 79 espaços, sendo contabilizados quartos, salas, cozinhas e sanitários.

A residência dispõe de bomba de calor para a preparação de água quente sanitária (AQS) e encontra-se na Figura 4 do Anexo II.

3.1.5 – Caracterização da Residência Feminina Ferragial

A Residência Feminina Ferragial situa-se em Faro, na Urbanização do Ferragial no lote 16 (área urbana) e é constituída por 6 apartamentos.

Cada apartamento apresenta 7 quartos duplos, com um total de 84 camas e a cor da envolvente é branca.

O ano de construção foi 1997 e tem uma área total de 1440 m² com 66 espaços, sendo contabilizados quartos, salas, cozinhas e sanitários.

A residência dispõe de bomba de calor para a preparação de água quente sanitária (AQS) e encontra-se representada na Figura 5 do Anexo II.

3.1.6 – Caracterização da Residência Masculina Ferragial

A Residência Masculina Ferragial situa-se em Faro, na Urbanização do Ferragial no lote 17 (área urbana). Tal como a Residência Feminina Ferragial, é constituída por 6 apartamentos.

Cada apartamento apresenta 7 quartos duplos, com um total de 84 camas e a cor da envolvente é branca.

O ano de construção foi igualmente 1997 e tem a mesma área total da residência feminina, de 1440 m² com 66 espaços, sendo contabilizados quartos, salas, cozinhas e sanitários.

A residência dispõe de bomba de calor para a preparação de água quente sanitária (AQS) e encontra-se representada na Figura 5 do Anexo II.

3.1.7 – Caracterização da Residência Feminina Oásis

A Residência Feminina Oásis situa-se em Faro, no Edifício Oásis, Estrada Nacional 125 (periferia da cidade) e é constituída por 4 apartamentos (7ºA, 9ºA, 11ºA e 13ºA).

Cada apartamento apresenta 2 quartos duplos e 1 triplo, com um total de 28 camas. A cor da envolvente é cinzento claro e azul claro.

O ano de aquisição foi 1993 e apresenta uma área total de 520 m² com 28 espaços, sendo contabilizados quartos, salas, cozinhas e sanitários.

A residência é composta por apartamentos que dispõem de esquentador a gás para a preparação de água quente sanitária (AQS) e encontra-se representada na Figura 6 do Anexo II.

3.1.8 – Caracterização da Residência Masculina de Monte Branco

A Residência Masculina de Monte Branco situa-se no concelho de Faro (periferia da cidade), na Rua das Violetas no lote O, em Gambelas e é constituída por 12 apartamentos.

Cada apartamento apresenta 2 quartos duplos, com excepção de um apartamento que apresenta 3 quartos duplos e um apartamento que apresenta 1 quarto duplo, com um total de 48 camas. A cor da envolvente é branca.

O ano de aquisição foi 1992 e apresenta uma área total de 1440 m² com 60 espaços, sendo contabilizados quartos, salas, cozinhas e sanitários.

A residência é composta por apartamentos que dispõem de esquentador a gás para a preparação de água quente sanitária (AQS) e encontra-se representada na Figura 7 do Anexo II.

3.1.9 – Caracterização da Residência Feminina de Monte Branco

A Residência Feminina de Monte Branco situa-se no concelho de Faro (periferia da cidade), na rua das Hortências no lote E, em Gambelas e é constituída por 6 apartamentos.

Cada apartamento apresenta 7 quartos duplos, com um total de 84 camas e a cor da envolvente é branca.

O ano de aquisição foi 1993 e apresenta uma área total de 1440 m² com 66 espaços, sendo contabilizados quartos, salas, cozinhas e sanitários.

A residência dispõe de bomba de calor para a preparação de água quente sanitária (AQS) e encontra-se representada na Figura 8 do Anexo II.

3.1.10 – Caracterização da Residência Feminina/Masculina de Portimão

A Residência Feminina/Masculina de Portimão situa-se em Portimão, na Urbanização de São Sebastião no lote 1 (área urbana) e é constituída por 4 apartamentos (1º B Sul, 2º B Sul, 4º A Poente e 9º A Poente).

Cada apartamento apresenta 2 quartos duplos e 1 triplo, com um total de 28 camas. A cor da envolvente é amarelo claro com castanho.

O ano de aquisição foi 2000 e apresenta uma área total de 526 m² com 28 espaços, sendo contabilizados quartos, salas, cozinhas e sanitários.

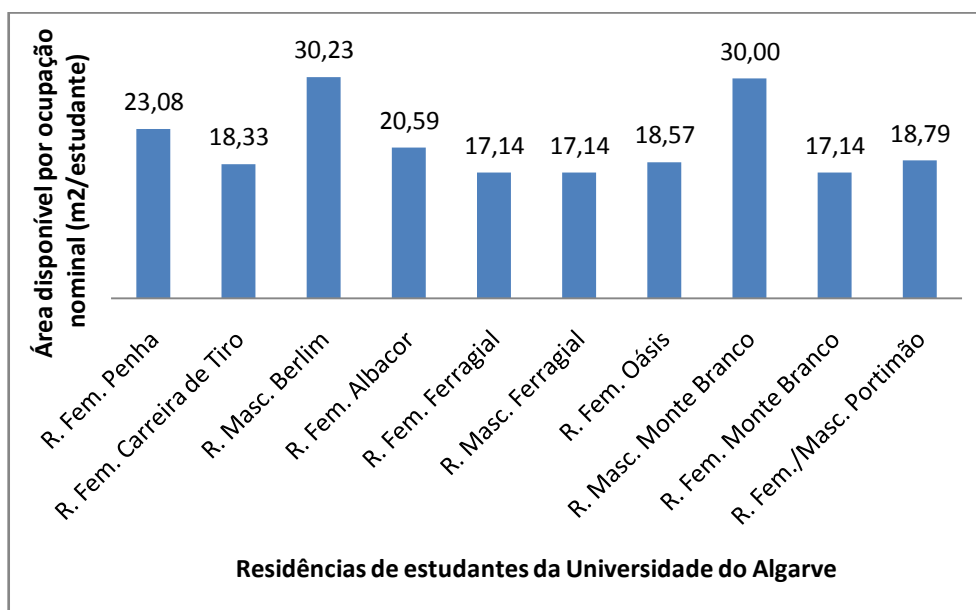
A residência é composta por apartamentos que dispõem de esquentadores a gás para a preparação de água quente sanitária (AQS) e encontra-se representada na Figura 9 do Anexo II.

3.2 – Área disponível por ocupação nominal das residências de estudantes da Universidade do Algarve

A Tabela 1 e o Gráfico 1 apresentam a comparação da área disponível por ocupação nominal das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009.

Tabela 1 – Área disponível por ocupação nominal (m²/estudante) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Área disponível por ocupação nominal (m ² /estudante)
Residência Feminina Campus da Penha	23,08
Residência Feminina Carreira de Tiro	18,33
Residência Masculina Rua de Berlim	30,23
Residência Feminina Albacor	20,59
Residência Feminina Ferragial	17,14
Residência Masculina Ferragial	17,14
Residência Feminina Oásis	18,57
Residência Masculina Monte Branco	30,00
Residência Feminina Monte Branco	17,14
Residência Feminina/Masculina de Portimão	18,79

**Gráfico 1** – Área disponível por ocupação nominal (m²/estudante) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

As residências de estudantes que apresentaram os maiores valores de **área disponível por ocupação nominal** foram:

- Residência Masculina Rua de Berlim com 30,23 m²/estudante
- Residência Masculina Monte Branco com 30,00 m²/estudante

As residências que apresentaram os menores valores de **área disponível por ocupação nominal** foram:

- Residência Masculina Ferragial com 17,14 m²/estudante
- Residência Feminina Ferragial com 17,14 m²/estudante
- Residência Feminina Monte Branco com 17,14 m²/estudante

3.3 – Caracterização dos consumos energéticos das residências de estudantes da Universidade do Algarve

3.3.1 – Custos específicos de água, gás e de electricidade

No Anexo I encontra-se a descrição detalhada das facturas de água, gás e de electricidade das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante o ano de 2009.

Na Tabela 2 e nos Gráficos 2, 3 e 4 apresenta-se o custo total de água, gás e de electricidade das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009.

Tabela 2 - Custo total de água, gás e de electricidade (euro/ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Água (euro/ano)	Gás (euro/ano)	Electricidade (euro/ano)
Residência Feminina da Penha	-	834,60	-
Residência Feminina Carreira de Tiro	1271,29	887,90	1425,42
Residência Masculina Rua de Berlim	8904,01	545,40	7878,27
Residência Feminina Albacor	9166,45	829,00	9022,30
Residência Feminina Ferragial	8904,24	1483,41	9119,67
Residência Masculina Ferragial	9817,87	1182,49	13863,86
Residência Feminina Oásis	2715,85	2091,70	2355,97
Residência Masculina Monte Branco	6553,86	5188,50	9758,08
Residência Feminina Monte Branco	8109,65	885,50	11084,19
Residência Feminina/Masculina Portimão	1397,22	1178,56	2427,90

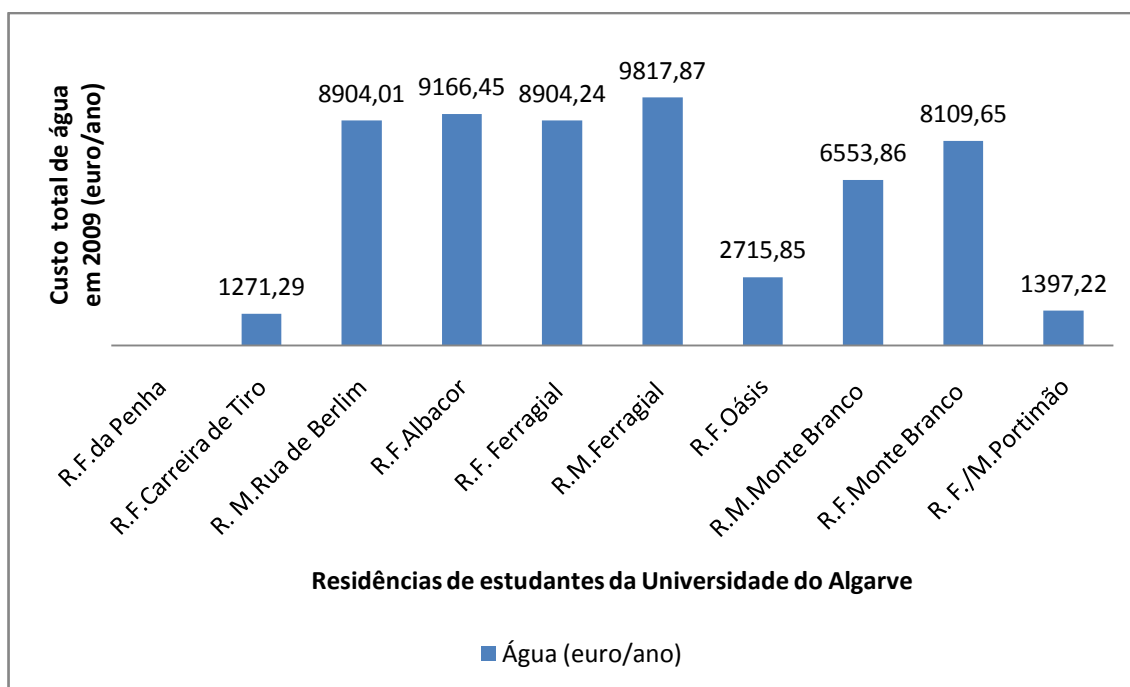


Gráfico 2 - Custo total de água (euro/ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

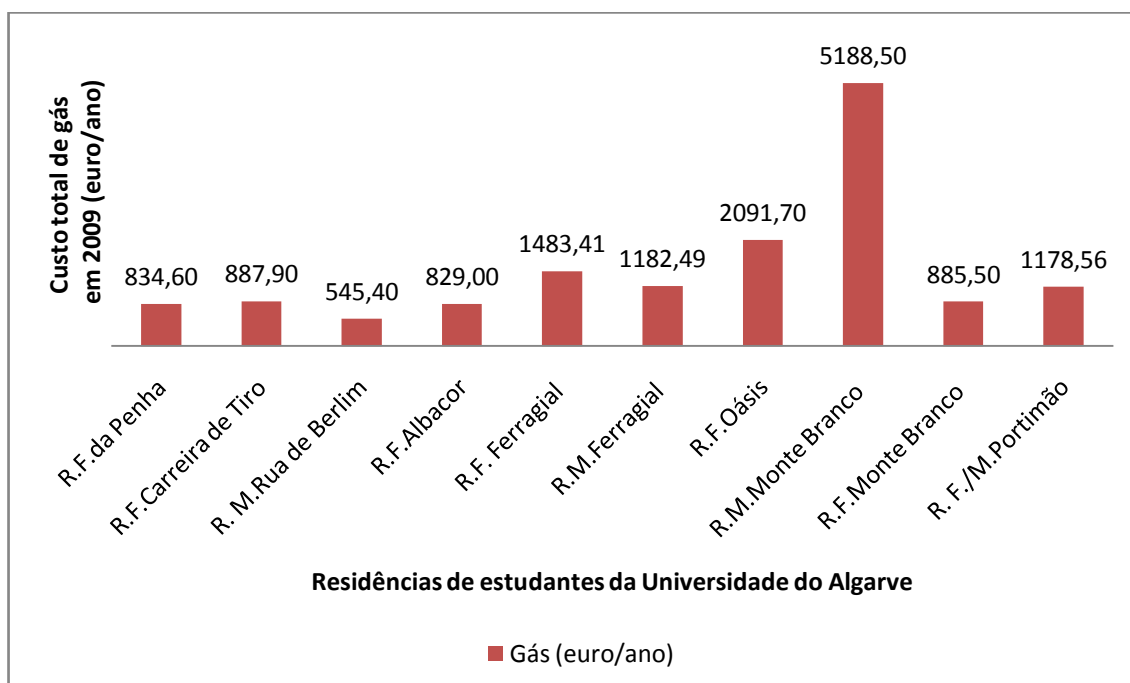


Gráfico 3 - Custo total de gás (euro/ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

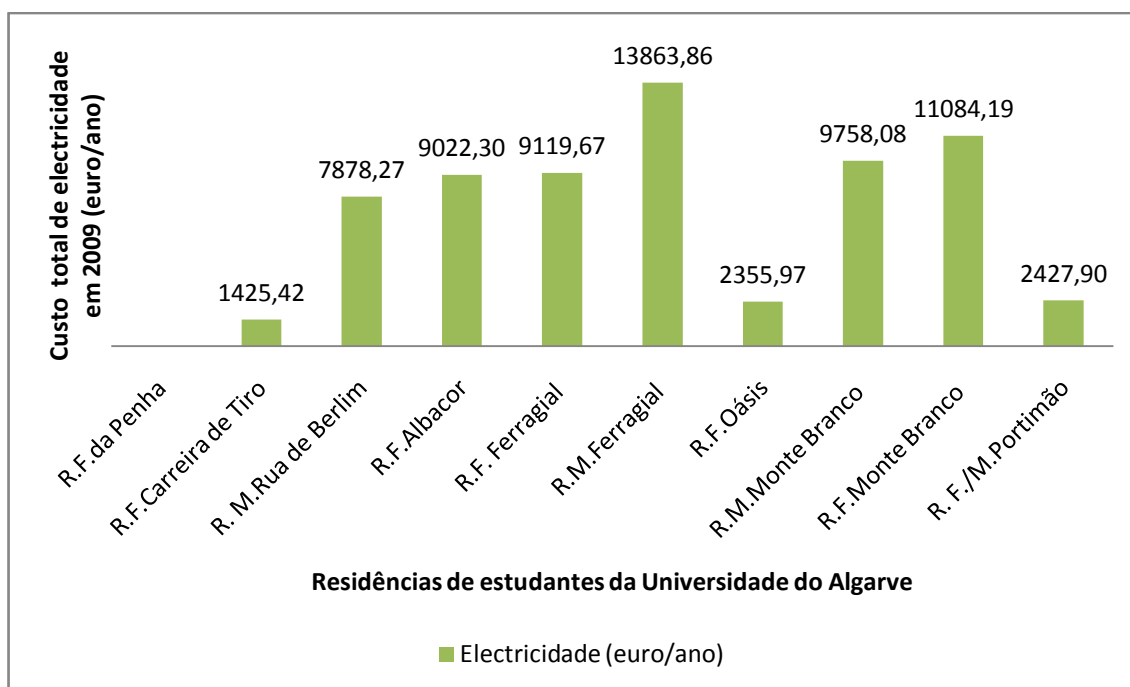


Gráfico 4 - Custo total de electricidade (euro/ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

As residências de estudantes que apresentaram os maiores **custos com o consumo de água** em 2009 foram:

- Residência Masculina Ferragial com 9817,87 euro/ano;
- Residência Feminina Albacor com 9166,45 euro/ano;
- Residência Feminina Ferragial com 8904,24 euro/ano;
- Residência Masculina Rua de Berlim com 8904,01 euro/ano.

As residências de estudantes que apresentaram os maiores **custos com o consumo de gás** em 2009 foram:

- Residência Masculina Monte Branco com 5188,50 euro/ano;
- Residência Feminina Oásis com 2091,70 euro/ano;
- Residência Feminina Ferragial com 1483,41 euro/ano;
- Residência Masculina Ferragial com 1182,49 euro/ano.

As residências de estudantes que apresentaram os maiores **custos com o consumo de electricidade** em 2009 foram:

- Residência Masculina Ferragial com 13863,86 euro/ano;
- Residência Feminina Monte Branco com 11084,19 euro/ano;
- Residência Masculina Monte Branco com 9758,08 euro/ano;
- Residência Feminina Ferragial com 9119,67 euro/ano.

A seguir apresentam-se as tabelas e os gráficos com os **custos específicos de água, gás e de electricidade por ocupação nominal** das residências de estudantes da Universidade do Algarve, durante o ano de 2009.

Tabela 3 – Custo total de água por ocupação nominal (euro/estudante.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Custo total de água (euro/ano)	Ocupação nominal (estudante)	Custo de água por estudante (euro/estudante.ano)
Residência Feminina da Penha	-	104	-
Residência Feminina Carreira de Tiro	1271,29	12	105,94
Residência Masculina Rua de Berlim	8904,01	43	207,07
Residência Feminina Albacor	9166,45	76	120,61
Residência Feminina Ferragial	8904,24	84	106,00
Residência Masculina Ferragial	9817,87	84	116,88
Residência Feminina Oásis	2715,85	28	96,99
Residência Masculina Monte Branco	6553,86	48	136,54
Residência Feminina Monte Branco	8109,65	84	96,54
Residência Feminina/Masculina Portimão	1397,22	28	49,90

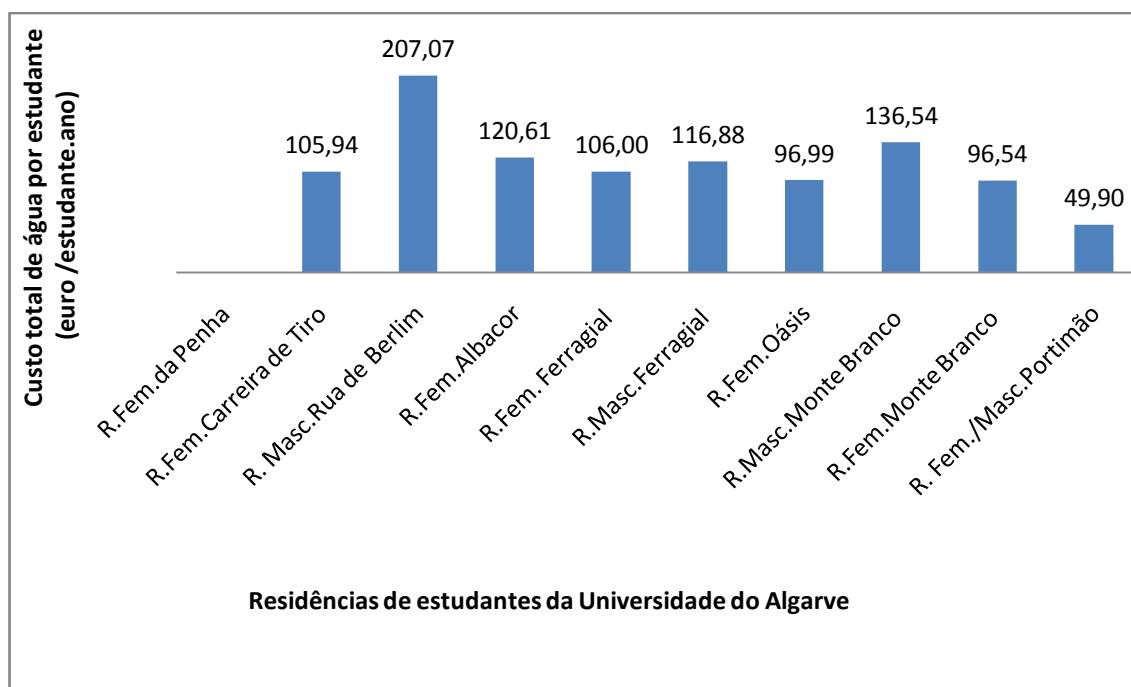


Gráfico 5 – Custo total de água por ocupação nominal (euro/estudante.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Tabela 4 – Custo total de gás por ocupação nominal (euro/estudante.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Custo total de gás (euro/ano)	Ocupação nominal (estudante)	Custo de gás por estudante (euro/estudante.ano)
Residência Feminina da Penha	834,60	104	8,03
Residência Feminina Carreira de Tiro	887,90	12	73,99
Residência Masculina Rua de Berlim	545,40	43	12,68
Residência Feminina Albacor	829,00	76	10,91
Residência Feminina Ferragial	1483,41	84	17,66
Residência Masculina Ferragial	1182,49	84	14,08
Residência Feminina Oásis	2091,70	28	74,70
Residência Masculina Monte Branco	5188,50	48	108,09
Residência Feminina Monte Branco	885,50	84	10,54
Residência Feminina/Masculina Portimão	1178,56	28	42,09

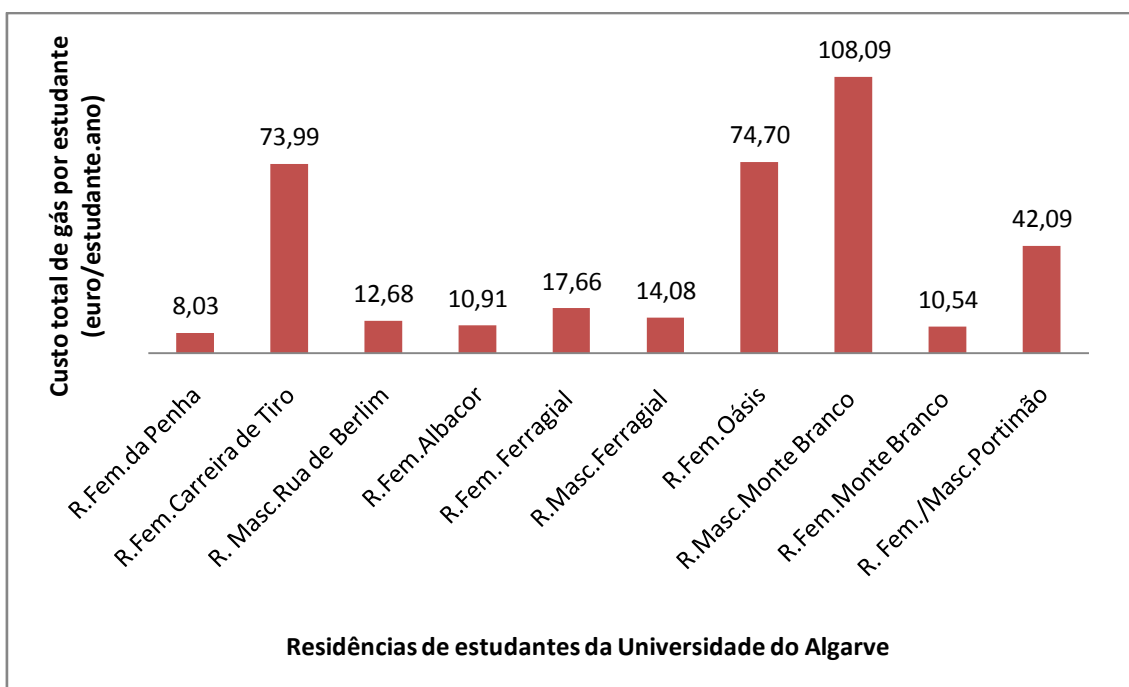


Gráfico 6 – Custo total de gás por ocupação nominal (euro/estudante.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Tabela 5 – Custo total de electricidade por ocupação nominal (euro/estudante.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Custo total de electricidade (euro/ano)	Ocupação nominal (estudante)	Custo de electricidade por estudante (euro/estudante.ano)
Residência Feminina da Penha	-	104	-
Residência Feminina Carreira de Tiro	1425,42	12	118,79
Residência Masculina Rua de Berlim	7878,27	43	183,22
Residência Feminina Albacor	9022,30	76	118,71
Residência Feminina Ferragial	9119,67	84	108,57
Residência Masculina Ferragial	13863,86	84	165,05
Residência Feminina Oásis	2355,97	28	84,14
Residência Masculina Monte Branco	9758,08	48	203,29
Residência Feminina Monte Branco	11084,19	84	131,95
Residência Feminina/Masculina Portimão	2427,90	28	86,71

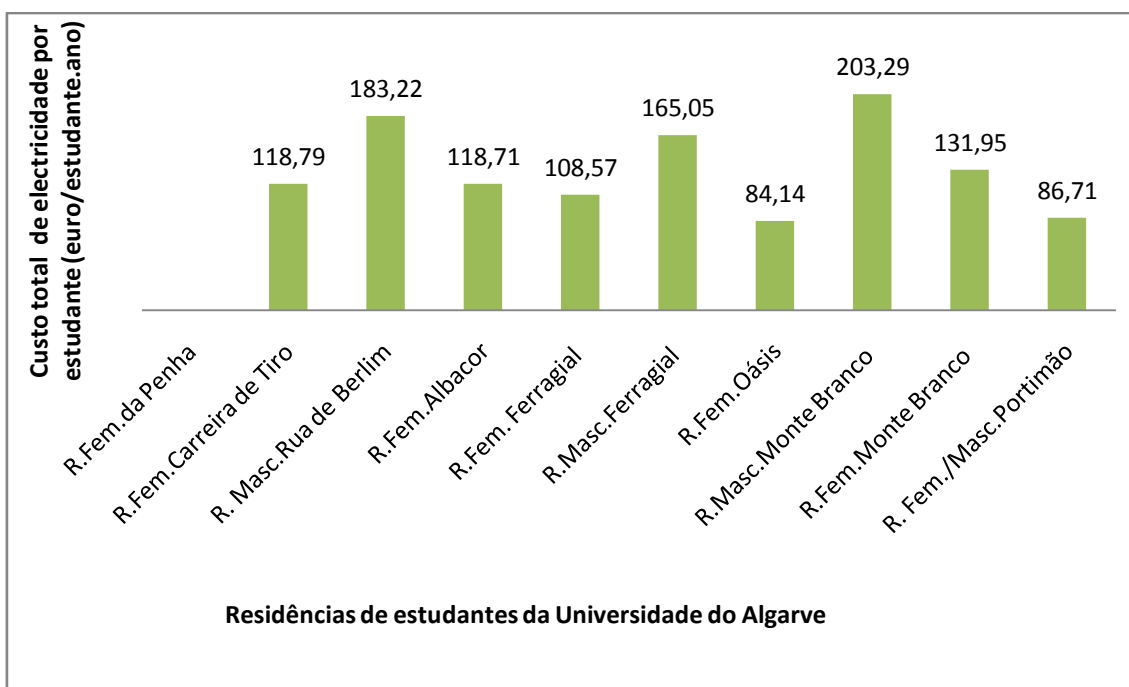


Gráfico 7 – Custo total de electricidade por ocupação nominal (euro/estudante.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

As residências de estudantes que apresentaram os maiores **custos com o consumo de água por ocupação nominal** em 2009 foram:

- Residência Masculina Rua de Berlim com 207,07 euro/estudante.ano;
- Residência Masculina Monte Branco com 136,54 euro/estudante.ano;
- Residência Feminina Albacor com 120,61 euro/estudante.ano;
- Residência Masculina Ferragial com 116,88 euro/estudante.ano.

As residências de estudantes que apresentaram os maiores **custos com o consumo de gás por ocupação nominal** em 2009 foram:

- Residência Masculina Monte Branco com 108,09 euro/estudante.ano;
- Residência Feminina Oásis com 74,70 euro/estudante.ano;
- Residência Feminina Carreira de Tiro com 73,99 euro/estudante.ano;
- Residência Feminina/Masculina Portimão com 42,09 euro/estudante.ano.

É importante referir que estas residências apresentam esquentador a gás. Desta forma, justifica-se o maior consumo de gás, que para além de ser utilizado na confecção de alimentos, é também consumido na preparação de AQS.

As residências de estudantes que apresentaram os maiores **custos com o consumo de electricidade por ocupação nominal** em 2009 foram:

- Residência Masculina Monte Branco com 203,29 euro/estudante.ano;
- Residência Masculina Rua de Berlim com 183,22 euro/estudante.ano;
- Residência Masculina Ferragial com 165,05 euro/estudante.ano;
- Residência Feminina Monte Branco 131,95 euro/estudante.ano.

A ocupação real das residências poderá não corresponder à ocupação nominal, pelo que este estudo é efectuado com o objectivo de obter valores aproximados de custos por cada estudante.

A seguir apresentam-se as tabelas e os gráficos com os **custos específicos de água, gás e de electricidade por área útil de pavimento** das residências de estudantes da Universidade do Algarve, durante o ano de 2009.

Tabela 6 – Custo total de água por área útil de pavimento (euro/m².ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Custo total de água (euro/ano)	Área útil de pavimento (m ²)	Custo de água por área útil de pavimento (euro/m ² .ano)
Residência Feminina da Penha	-	2400	-
Residência Feminina Carreira de Tiro	1271,29	220	5,78
Residência Masculina Rua de Berlim	8904,01	1300	6,85
Residência Feminina Albacor	9166,45	1565	5,86
Residência Feminina Ferragial	8904,24	1440	6,18
Residência Masculina Ferragial	9817,87	1440	6,82
Residência Feminina Oásis	2715,85	520	5,22
Residência Masculina Monte Branco	6553,86	1440	4,55
Residência Feminina Monte Branco	8109,65	1440	5,63
Residência Feminina/Masculina Portimão	1397,22	526	2,66

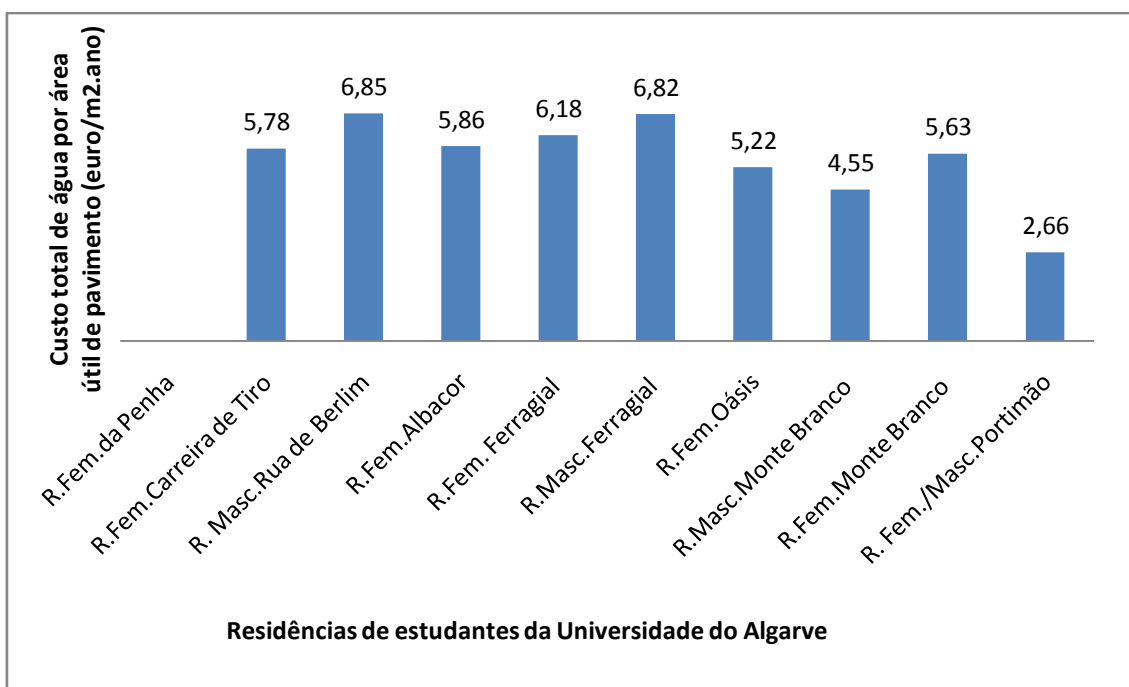


Gráfico 8 – Custo total de água por área útil de pavimento (euro/m².ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Tabela 7 – Custo total de gás por área útil de pavimento (euro/m².ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Custo Total de gás (euro/ano)	Área útil de pavimento (m ²)	Custo de gás por área útil de pavimento (euro/m ² .ano)
Residência Feminina da Penha	834,60	2400	0,35
Residência Feminina Carreira de Tiro	887,90	220	4,04
Residência Masculina Rua de Berlim	545,40	1300	0,42
Residência Feminina Albacor	829,00	1565	0,53
Residência Feminina Ferragial	1483,41	1440	1,03
Residência Masculina Ferragial	1182,49	1440	0,82
Residência Feminina Oásis	2091,70	520	4,02
Residência Masculina Monte Branco	5188,50	1440	3,60
Residência Feminina Monte Branco	885,50	1440	0,61
Residência Feminina/Masculina Portimão	1178,56	526	2,24

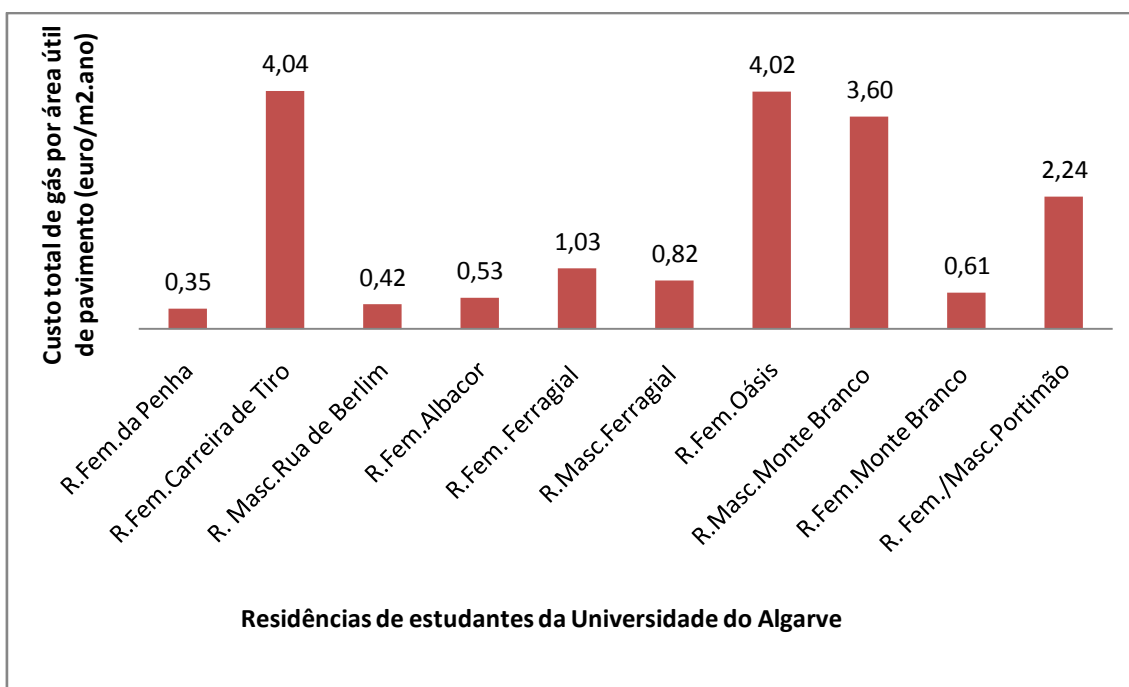


Gráfico 9 – Custo total de gás por área útil de pavimento (euro/m².ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Tabela 8 – Custo total de electricidade por área útil de pavimento (euro/m².ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Custo total de electricidade (euro/ano)	Área útil de pavimento (m ²)	Custo de electricidade por área útil de pavimento (euro/m ² .ano)
Residência Feminina da Penha	-	2400	-
Residência Feminina Carreira de Tiro	1425,42	220	6,48
Residência Masculina Rua de Berlim	7878,27	1300	6,06
Residência Feminina Albacor	9022,30	1565	5,77
Residência Feminina Ferragial	9119,67	1440	6,33
Residência Masculina Ferragial	13863,86	1440	9,63
Residência Feminina Oásis	2355,97	520	4,53
Residência Masculina Monte Branco	9758,08	1440	6,78
Residência Feminina Monte Branco	11084,19	1440	7,70
Residência Feminina/Masculina Portimão	2427,90	526	4,62

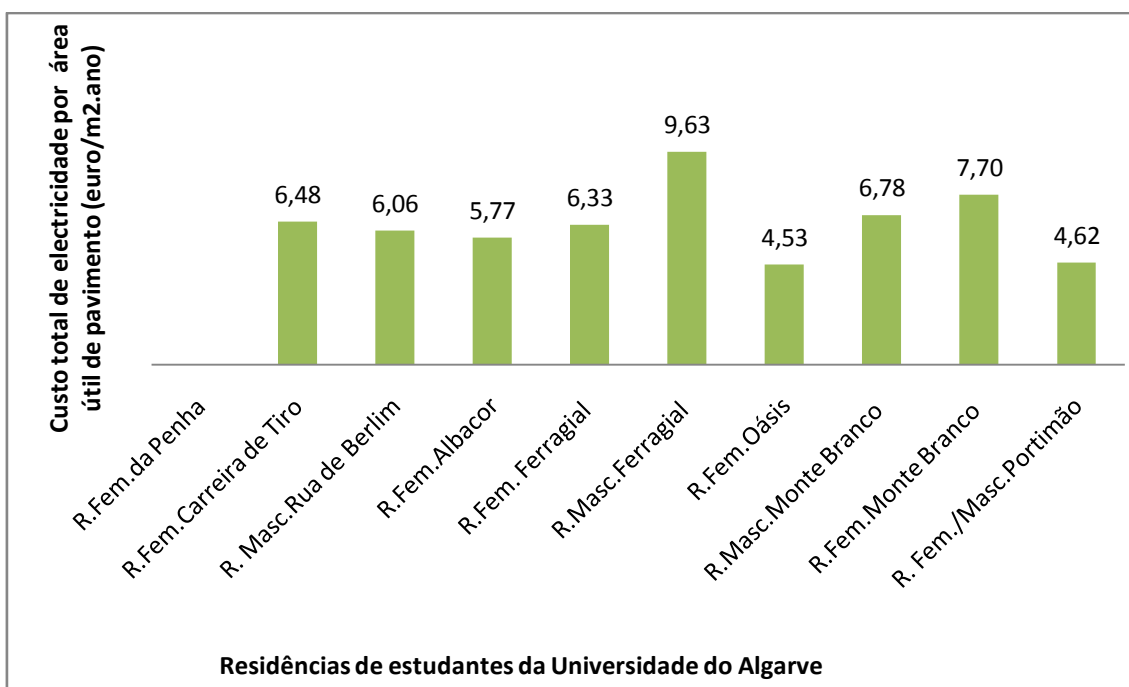


Gráfico 10 – Custo total de electricidade por área útil de pavimento (euro/m².ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

As residências de estudantes que apresentaram os maiores **custos com o consumo de água por área útil de pavimento** em 2009 foram:

- Residência Masculina Rua de Berlim com 6,85 euro/m².ano;
- Residência Masculina Ferragial com 6,82 euro/m².ano;
- Residência Feminina Ferragial com 6,18 euro/m².ano;
- Residência Feminina Albacor com 5,86 euro/m².ano.

As residências de estudantes que apresentaram os maiores **custos com o consumo de gás por área útil de pavimento** em 2009 foram:

- Residência Feminina Carreira de Tiro com 4,04 euro/m².ano;
- Residência Feminina Oásis com 4,02 euro/m².ano;
- Residência Masculina Monte Branco com 3,60 euro/m².ano;
- Residência Feminina/Masculina de Portimão com 2,24 euro/m².ano.

É importante referir que estas residências apresentam esquentador a gás. Desta forma, justifica-se o maior consumo de gás, que para além de ser utilizado na confecção de alimentos, é também consumido na preparação de AQS.

As residências de estudantes que apresentaram os maiores **custos com o consumo de electricidade por área útil de pavimento** em 2009 foram:

- Residência Masculina Ferragial com 9,63 euro/m².ano;
- Residência Feminina Monte Branco com 7,70 euro/m².ano;
- Residência Masculina Monte Branco com 6,78 euro/m².ano;
- Residência Feminina Carreira de Tiro com 6,48 euro/m².ano.

3.3.2 – Consumos específicos de água, gás e de electricidade

Na tabela 9 e nos gráficos seguintes apresenta-se o consumo total de água, gás e de electricidade das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009.

Tabela 9 - Consumo total de água (m³/ano), gás (KWh/ano) e electricidade (KWh/ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Água (m ³ /ano)	Gás (KWh/ano)	Electricidade (KWh/ano)
Residência Feminina da Penha	-	7379,71	-
Residência Feminina Carreira de Tiro	348,00	7680,93	10655,00
Residência Masculina Rua de Berlim	2496,00	4819,40	58966,00
Residência Feminina Albacor	2603,00	6849,51	68964,00
Residência Feminina Ferragial	3009,00	6222,59	69720,00
Residência Masculina Ferragial	3310,00	5279,77	107323,00
Residência Feminina Oásis	752,00	14849,35	17291,00
Residência Masculina Monte Branco	1886,00	42381,36	67076,00
Residência Feminina Monte Branco	2352,00	7277,61	82714,00
Residência Feminina/Masculina Portimão	728,00	17836,00	10416,00

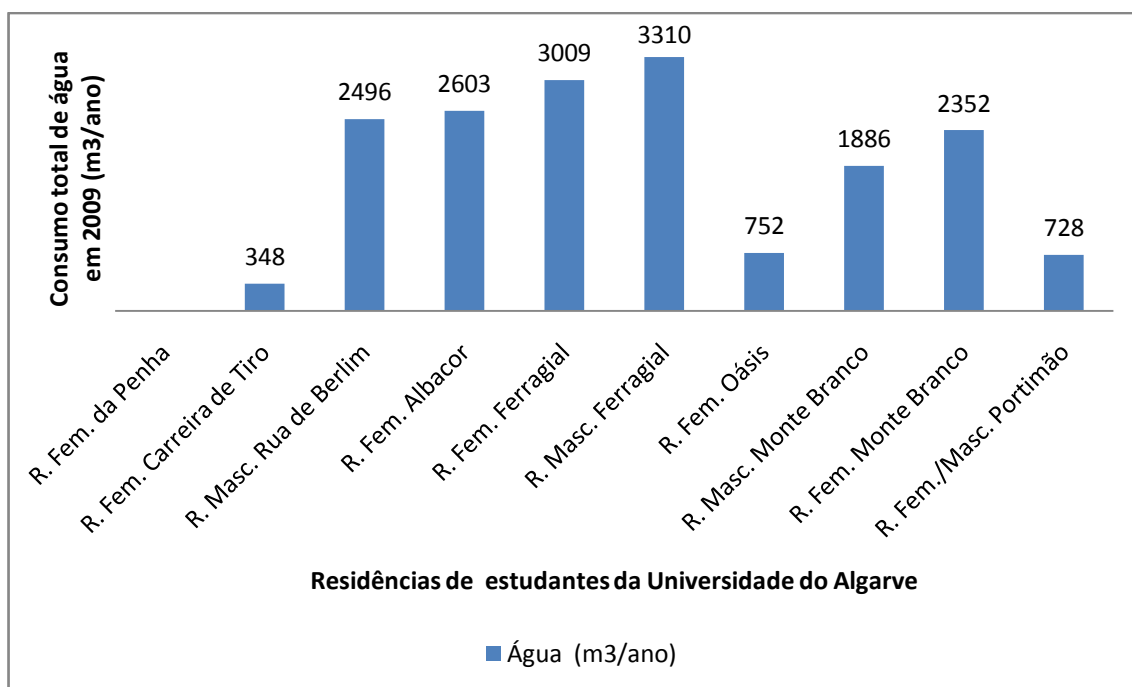


Gráfico 11 - Consumo total de água (m³/ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

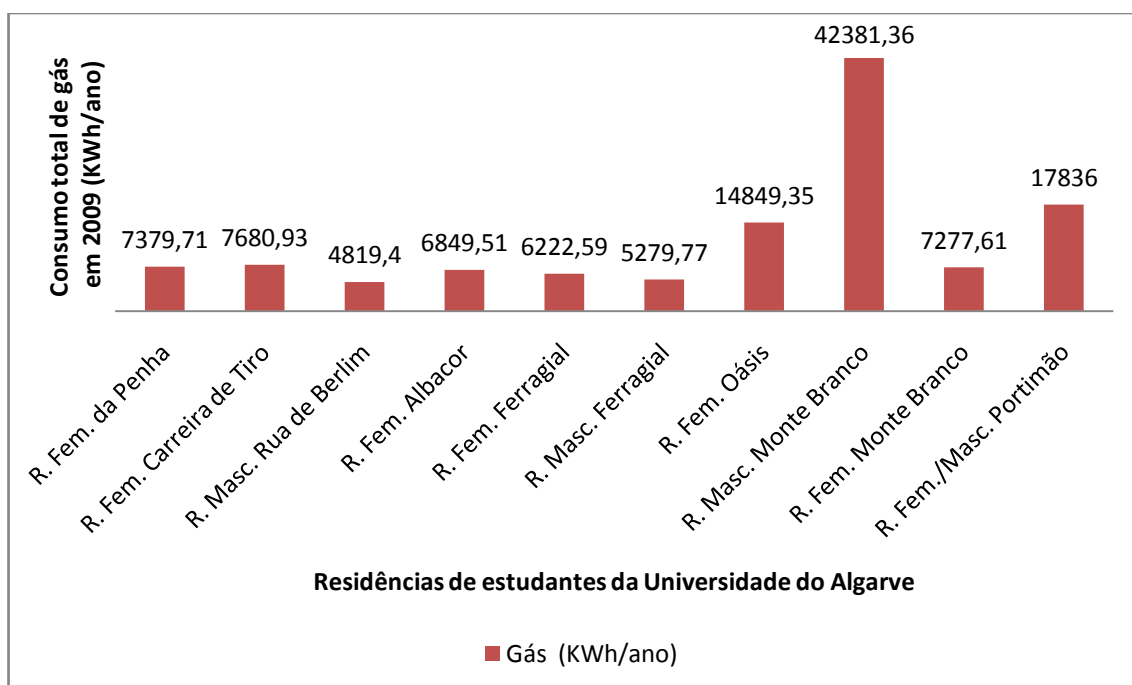


Gráfico 12 - Consumo total de gás (KWh/ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

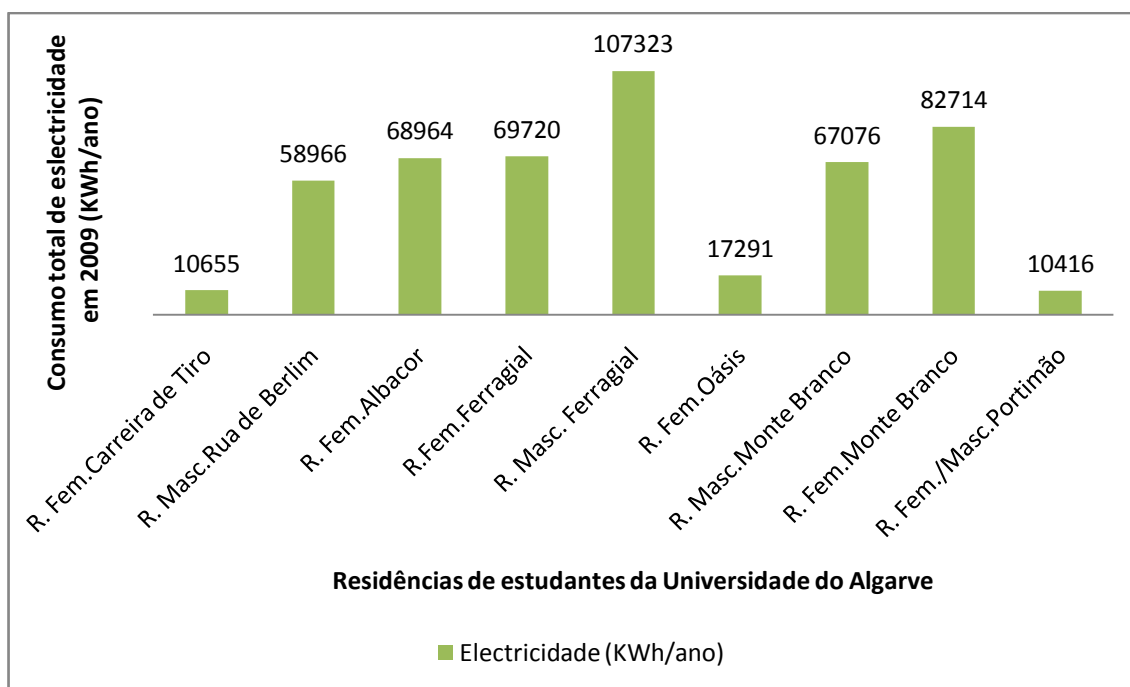


Gráfico 13 - Consumo total de electricidade (KWh/ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

As residências de estudantes que apresentaram os maiores valores de **consumo de água** em 2009 foram:

- Residência Masculina Ferragial com 3310 m³/ano;
- Residência Feminina Ferragial com 3009 m³/ano;
- Residência Feminina Albacor com 2603 m³/ano;
- Residência Masculina Rua de Berlim com 2496 m³/ano.

As residências de estudantes que apresentaram os maiores valores de **consumo de gás** em 2009 foram:

- Residência Masculina Monte Branco com 42381,36 KWh/ano;
- Residência Feminina/Masculina de Portimão com 17836 KWh/ano;
- Residência Feminina Oásis com 14849,35 KWh/ano;
- Residência Feminina Carreira de Tiro 7680,93 KWh/ano.

As residências de estudantes que apresentaram os maiores valores de **consumo de electricidade** em 2009 foram:

- Residência Masculina Ferragial com 107323 KWh/ano;

- Residência Feminina Monte Branco com 82714 KWh/ano;
- Residência Feminina Ferragial com 69720 KWh/ano;
- Residência Feminina Albacor com 68964 KWh/ano.

As tabelas e os gráficos seguintes apresentam os **consumos específicos de água, gás e de electricidade por ocupação nominal** das residências de estudantes da Universidade do Algarve, durante o ano de 2009.

Tabela 10 – Consumo total de água por ocupação nominal (m³/estudante.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Consumo total de água (m ³ /ano)	Ocupação nominal (estudante)	Consumo de água por estudante (m ³ /estudante.ano)
Residência Feminina da Penha	-	104	-
Residência Feminina Carreira de Tiro	348,00	12	29,00
Residência Masculina Rua de Berlim	2496,00	43	58,05
Residência Feminina Albacor	2603,00	76	34,25
Residência Feminina Ferragial	3009,00	84	35,82
Residência Masculina Ferragial	3310,00	84	39,40
Residência Feminina Oásis	752,00	28	26,86
Residência Masculina Monte Branco	1886,00	48	39,29
Residência Feminina Monte Branco	2352,00	84	28,00
Residência Feminina/Masculina Portimão	728,00	28	26,00

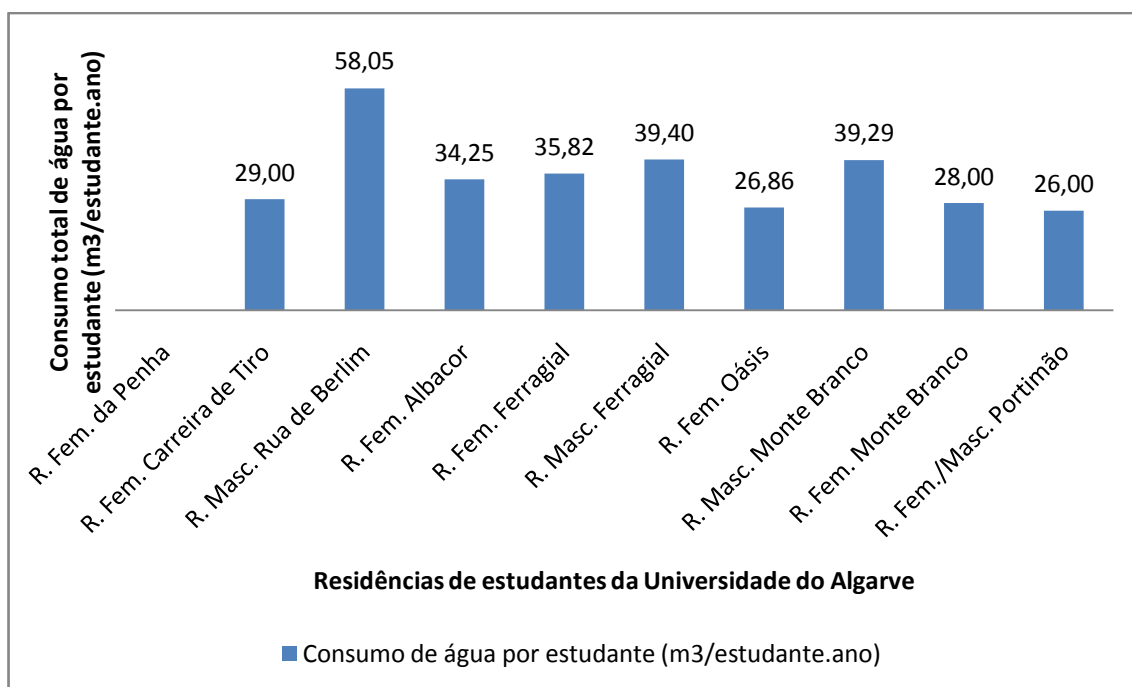


Gráfico 14 – Consumo total de água por ocupação nominal (m^3 /estudante.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Tabela 11 – Consumo total de gás por ocupação nominal (KWh/estudante.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Consumo total de gás (KWh/ano)	Ocupação nominal (estudante)	Consumo de gás por estudante (KWh/estudante.ano)
Residência Feminina da Penha	7379,71	104	70,96
Residência Feminina Carreira de Tiro	7680,93	12	640,08
Residência Masculina Rua de Berlim	4819,40	43	112,08
Residência Feminina Albacor	6849,51	76	90,13
Residência Feminina Ferragial	6222,59	84	74,08
Residência Masculina Ferragial	5279,77	84	62,85
Residência Feminina Oásis	14849,35	28	530,33
Residência Masculina Monte Branco	42381,36	48	882,95
Residência Feminina Monte Branco	7277,61	84	86,64
Residência Feminina/Masculina Portimão	17836,00	28	637,00

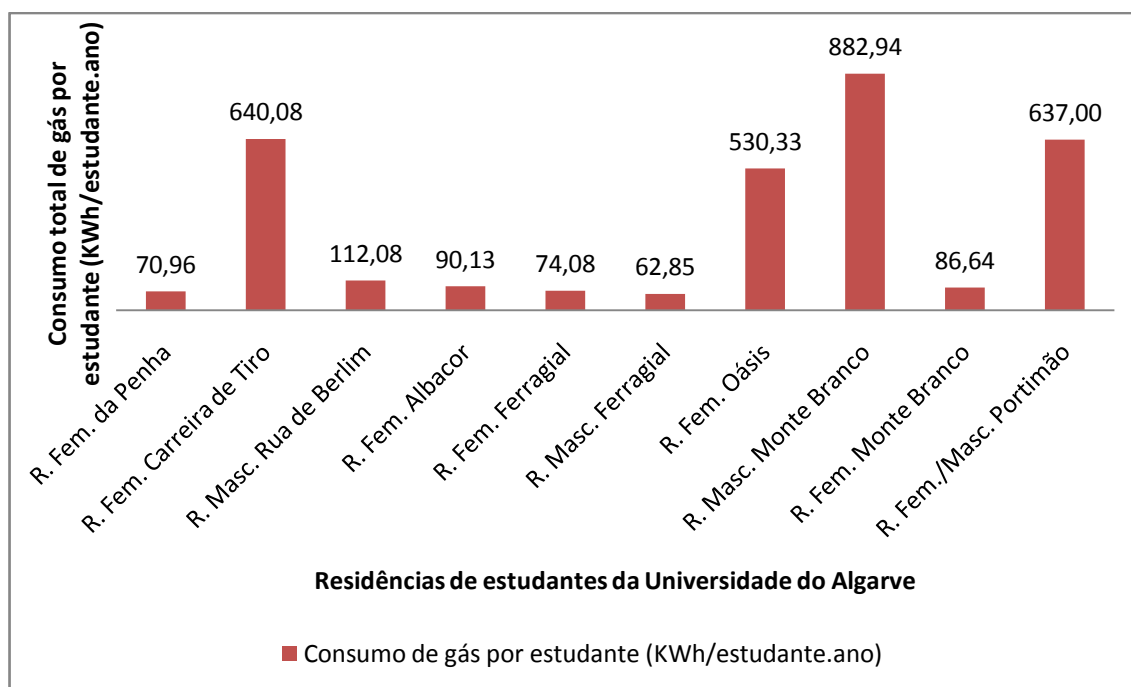


Gráfico 15 – Consumo total de gás por ocupação nominal (KWh/estudante.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Tabela 12 – Consumo total de electricidade por ocupação nominal (KWh/estudante.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Consumo total de electricidade (KWh/ano)	Ocupação nominal (estudante)	Consumo de electricidade por estudante (KWh/estudante.ano)
Residência Feminina da Penha	-	104	-
Residência Feminina Carreira de Tiro	10655,00	12	887,92
Residência Masculina Rua de Berlim	58966,00	43	1371,30
Residência Feminina Albacor	68964,00	76	907,42
Residência Feminina Ferragial	69720,00	84	830,00
Residência Masculina Ferragial	107323,00	84	1277,65
Residência Feminina Oásis	17291,00	28	617,54
Residência Masculina Monte Branco	67076,00	48	1397,42
Residência Feminina Monte Branco	82714,00	84	984,69
Residência Feminina/Masculina Portimão	10416,00	28	372,00

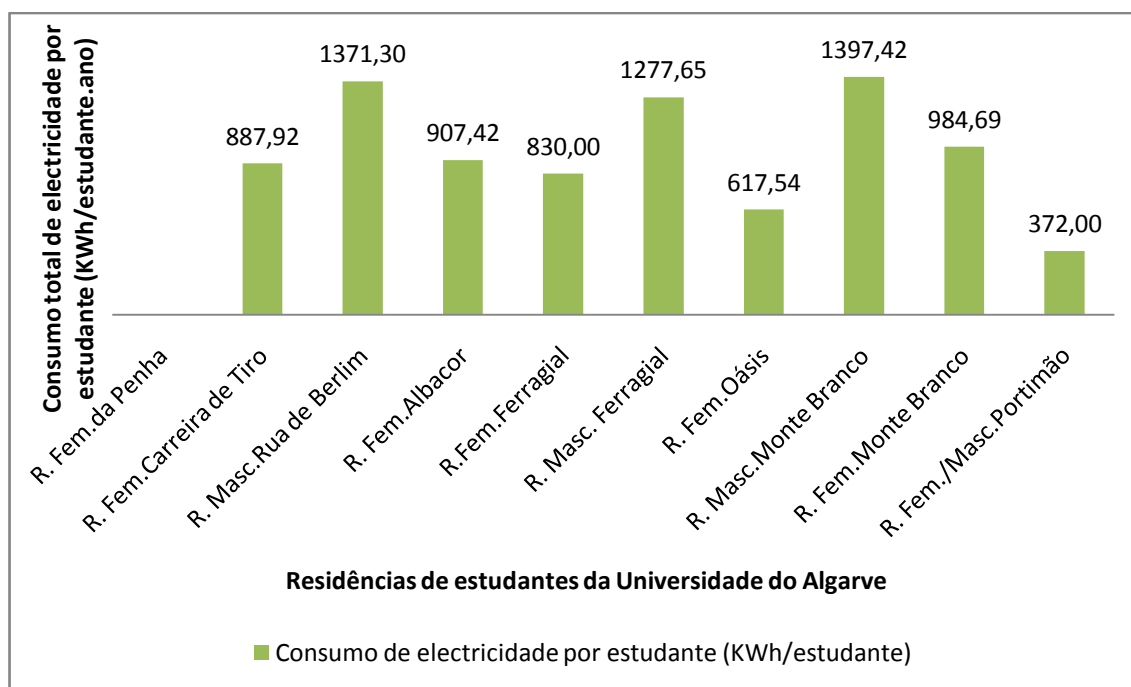


Gráfico 16 – Consumo total de electricidade por ocupação nominal (KWh/estudante.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

As residências de estudantes que apresentaram os maiores valores de **consumo de água por ocupação nominal** em 2009 foram:

- Residência Masculina Rua de Berlim com 58,05 m³/estudante.ano;
- Residência Masculina Ferragial com 39,40 m³/estudante.ano;
- Residência Masculina Monte Branco com 39,29 m³/estudante.ano;
- Residência Feminina Ferragial com 35,82 m³/estudante.ano.

Por outro lado, verificou-se que também foram estas as residências, com excepção da Residência Feminina Ferragial, que apresentaram os maiores custos com o consumo de água por ocupação nominal. No entanto, a sua ordem é diferente devido ao valor das taxas e despesas aplicadas para o consumo de água em cada residência.

As residências de estudantes que apresentaram os maiores valores de **consumo de gás por ocupação nominal** em 2009 foram:

- Residência Masculina Monte Branco com 882,95 KWh/estudante.ano;
- Residência Feminina Carreira de Tiro com 640,08 KWh/estudante.ano;
- Residência Feminina/Masculina de Portimão com 637 KWh/estudante.ano;

- Residência Feminina Oásis com 530,33 KWh/estudante.ano.

É importante referir que estas residências apresentam esquentador a gás. Desta forma, justifica-se o maior consumo de gás, que para além de ser utilizado na confecção de alimentos, é também consumido na preparação de água quente sanitária.

Por outro lado, verificou-se que também foram estas as residências que apresentaram os maiores custos com o consumo de gás por ocupação nominal. No entanto, a sua ordem é diferente em resultado ao preço pago para cada tipo de gás utilizado.

As residências de estudantes que apresentaram os maiores valores de **consumo de electricidade por ocupação nominal** em 2009 foram:

- Residência Masculina Monte Branco com 1397,42 KWh/estudante.ano;
- Residência Masculina Rua de Berlim com 1371,30 KWh/estudante.ano;
- Residência Masculina Ferragial com 1277,65 KWh/estudante.ano;
- Residência Feminina Monte Branco 984,69 com KWh/estudante.ano.

Estas residências também foram as que apresentaram os maiores custos com o consumo de electricidade por ocupação nominal e segundo a mesma ordem.

A ocupação real das residências poderá não corresponder à ocupação nominal, pelo que este estudo é efectuado com o objectivo de obter valores aproximados de consumos por cada estudante.

A seguir apresentam-se as tabelas e os gráficos com os **consumos específicos de água, gás e de electricidade por área útil de pavimento** das residências de estudantes da Universidade do Algarve, durante o ano de 2009.

Tabela 13 – Consumo total de água por área útil de pavimento (m^3/m^2 Ap.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Consumo total de água (m^3 /ano)	Área útil de pavimento (m^2 Ap)	Consumo de água por área útil de pavimento (m^3/m^2 Ap.ano)
Residência Feminina da Penha	-	2400	-
Residência Feminina Carreira de Tiro	348,00	220	1,58
Residência Masculina Rua de Berlim	2496,00	1300	1,92
Residência Feminina Albacor	2603,00	1565	1,66
Residência Feminina Ferragial	3009,00	1440	2,09
Residência Masculina Ferragial	3310,00	1440	2,30
Residência Feminina Oásis	752,00	520	1,45
Residência Masculina Monte Branco	1886,00	1440	1,31
Residência Feminina Monte Branco	2352,00	1440	1,63
Residência Feminina/Masculina Portimão	728,00	526	1,38

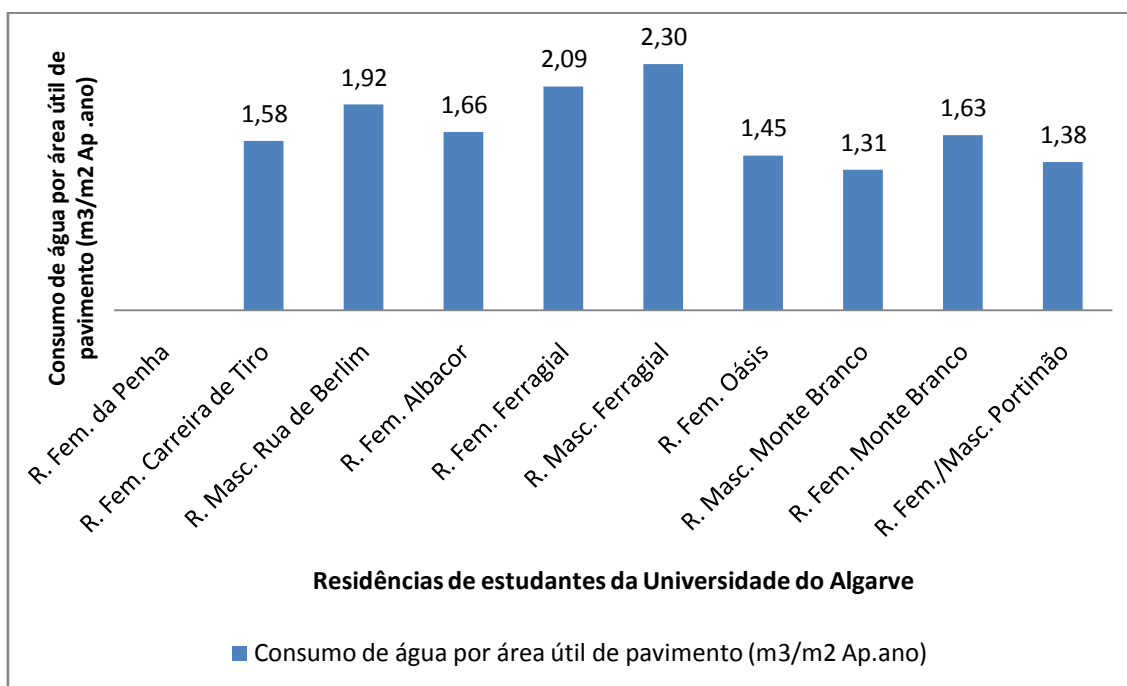
**Gráfico 17** – Consumo total de água por área útil de pavimento (m^3/m^2 Ap.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Tabela 14 – Consumo total de gás por área útil de pavimento (KWh/m².ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Consumo Total de gás (KWh/ano)	Área útil de pavimento (m ²)	Consumo de gás por área útil de pavimento (KWh/m ² .ano)
Residência Feminina da Penha	7379,71	2400	3,07
Residência Feminina Carreira de Tiro	7680,93	220	34,91
Residência Masculina Rua de Berlim	4819,40	1300	3,71
Residência Feminina Albacor	6849,51	1565	4,38
Residência Feminina Ferragial	6222,59	1440	4,32
Residência Masculina Ferragial	5279,77	1440	3,67
Residência Feminina Oásis	14849,35	520	28,56
Residência Masculina Monte Branco	42381,36	1440	29,43
Residência Feminina Monte Branco	7277,61	1440	5,05
Residência Feminina/Masculina Portimão	17836,00	526	33,91

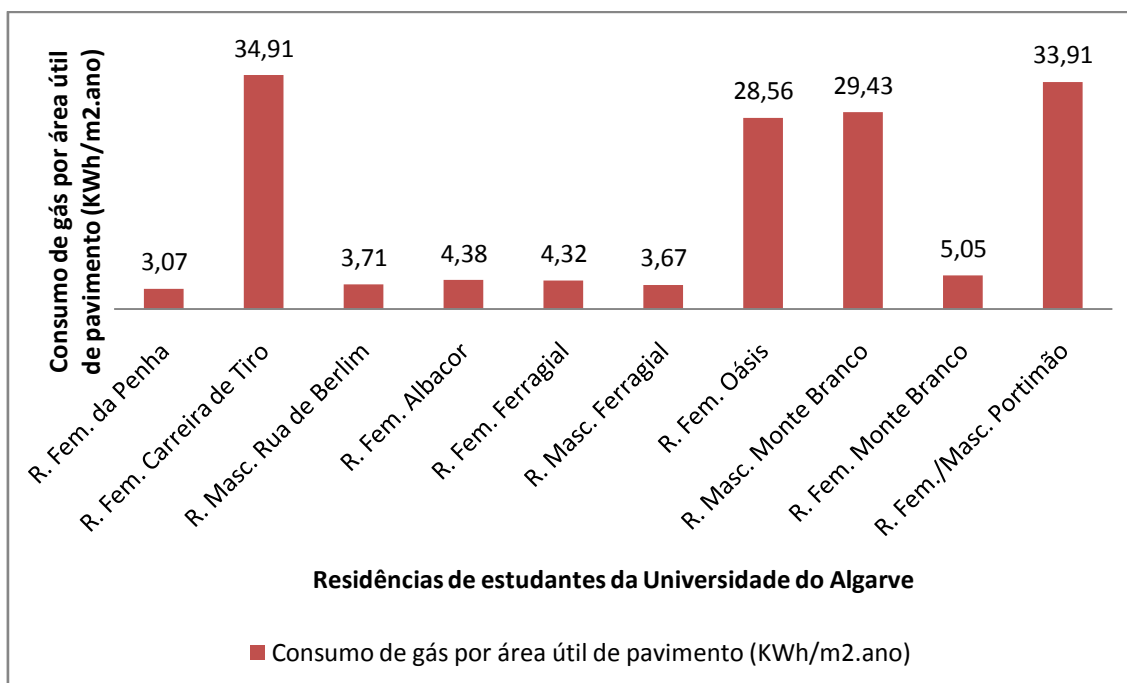
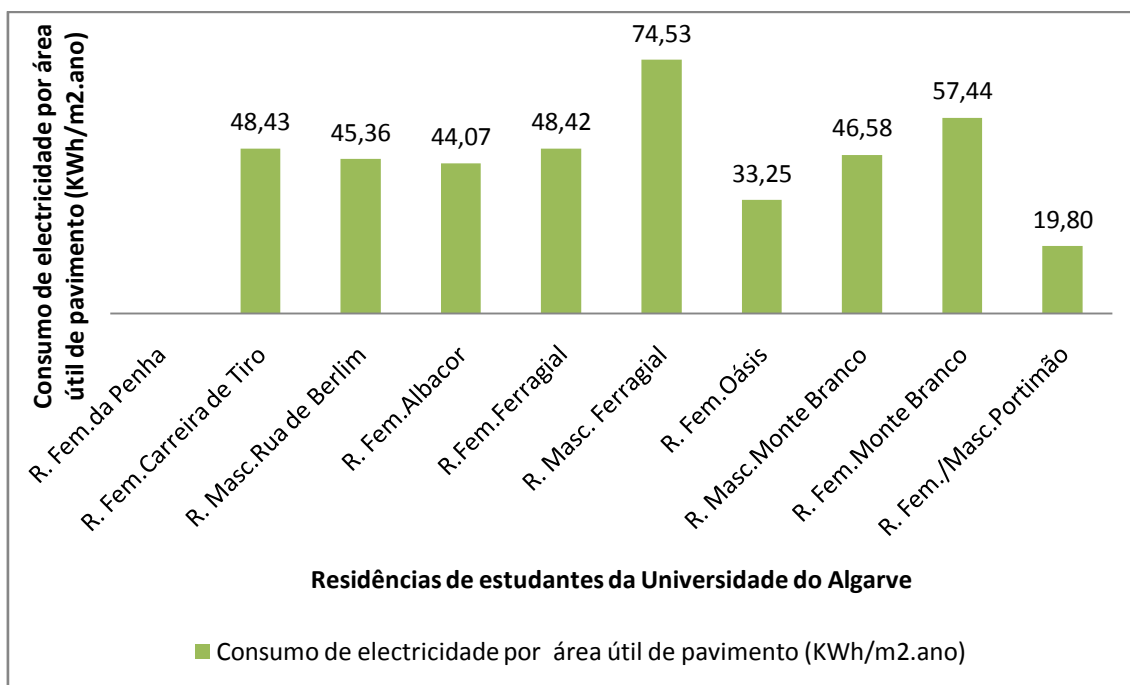
**Gráfico 18** – Consumo total de gás por área útil de pavimento (KWh/m².ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Tabela 15 – Consumo total de electricidade por área útil de pavimento (KWh/m².ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Consumo total de electricidade (KWh/ano)	Área útil de pavimento (m ²)	Consumo de electricidade por área útil de pavimento (KWh/m ² .ano)
Residência Feminina da Penha	-	2400	-
Residência Feminina Carreira de Tiro	10655,00	220	48,43
Residência Masculina Rua de Berlim	58966,00	1300	45,36
Residência Feminina Albacor	68964,00	1565	44,07
Residência Feminina Ferragial	69720,00	1440	48,42
Residência Masculina Ferragial	107323,00	1440	74,53
Residência Feminina Oásis	17291,00	520	33,25
Residência Masculina Monte Branco	67076,00	1440	46,58
Residência Feminina Monte Branco	82714,00	1440	57,44
Residência Feminina/Masculina Portimão	10416,00	526	19,80

**Gráfico 19** – Consumo total de electricidade por área útil de pavimento (KWh/m².ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve durante 2009

As residências de estudantes que apresentaram os maiores valores de **consumo de água por área útil de pavimento** em 2009 foram:

- Residência Masculina Ferragial com $2,30 \text{ m}^3/\text{m}^2$ Ap.ano;
- Residência Feminina Ferragial com $2,09 \text{ m}^3/\text{m}^2$ Ap.ano;
- Residência Masculina Rua de Berlim com $1,92 \text{ m}^3/\text{m}^2$ Ap.ano;
- Residência Feminina Albacor com $1,66 \text{ m}^3/\text{m}^2$ Ap.ano.

Estas residências foram as que apresentaram os maiores custos com o consumo de água por área útil de pavimento. No entanto, a sua ordem é diferente devido ao valor das taxas e despesas aplicadas para o consumo de água em cada residência.

As residências de estudantes que apresentaram os maiores valores de **consumo de gás por área útil de pavimento** em 2009 foram:

- Residência Feminina Carreira de Tiro com $34,91 \text{ KWh}/\text{m}^2$.ano;
- Residência Feminina/Masculina de Portimão com $33,91 \text{ KWh}/\text{m}^2$.ano.
- Residência Masculina Monte Branco com $29,43 \text{ KWh}/\text{m}^2$.ano;
- Residência Feminina Oásis com $28,56 \text{ KWh}/\text{m}^2$.ano.

Estas residências também foram as que apresentaram os maiores custos com o consumo de gás por área útil de pavimento. No entanto, a sua ordem é diferente em resultado ao preço pago para cada tipo de gás utilizado.

É importante referir que estas residências apresentam esquentador a gás. Desta forma, justifica-se o maior consumo de gás, que para além de ser utilizado na confecção de alimentos, é também consumido na preparação de água quente sanitária.

As residências de estudantes que apresentaram os maiores valores de **consumo de electricidade por área útil de pavimento** em 2009 foram:

- Residência Masculina Ferragial com $74,53 \text{ KWh}/\text{m}^2$.ano;
- Residência Feminina Monte Branco com $57,44 \text{ KWh}/\text{m}^2$.ano;
- Residência Feminina Carreira de Tiro com $48,43 \text{ KWh}/\text{m}^2$.ano;
- Residência Feminina Ferragial com $48,42 \text{ KWh}/\text{m}^2$.ano.

Estas residências, com excepção da Residência Feminina Ferragial, foram as que apresentaram os maiores custos de electricidade por área útil de pavimento.

A seguir apresenta-se a tabela e os gráficos com o custo do consumo de água por m³, de gás por KWh e de electricidade por KWh das residências de estudantes da Universidade do Algarve, durante 2009.

Tabela 16 - Custo do consumo de água por m³ (euro/m³), de gás por KWh (euro/KWh) e de electricidade por KWh (euro/KWh) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Custo do consumo de água por m ³ (euro/m ³)	Custo do consumo de gás por KWh (euro/KWh)	Custo do consumo de electricidade por KWh (euro/KWh)
Residência Feminina da Penha	-	0,11	-
Residência Feminina Carreira de Tiro	3,66	0,12	0,13
Residência Masculina Rua de Berlim	3,57	0,11	0,13
Residência Feminina Albacor	3,53	0,12	0,13
Residência Feminina Ferragial	2,96	0,24	0,13
Residência Masculina Ferragial	2,97	0,22	0,13
Residência Feminina Oásis	3,60	0,14	0,14
Residência Masculina Monte Branco	3,47	0,12	0,15
Residência Feminina Monte Branco	3,45	0,12	0,13
Residência Feminina/Masculina Portimão	1,93	0,07	0,23

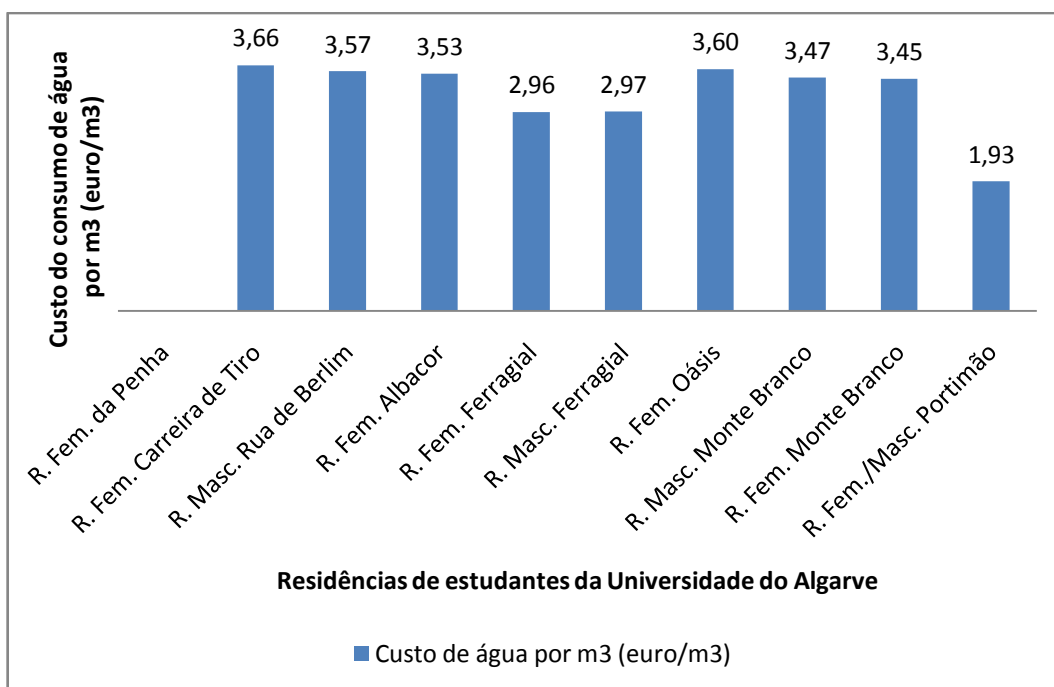


Gráfico 20 - Custo do consumo de água por m³ (euro/m³) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

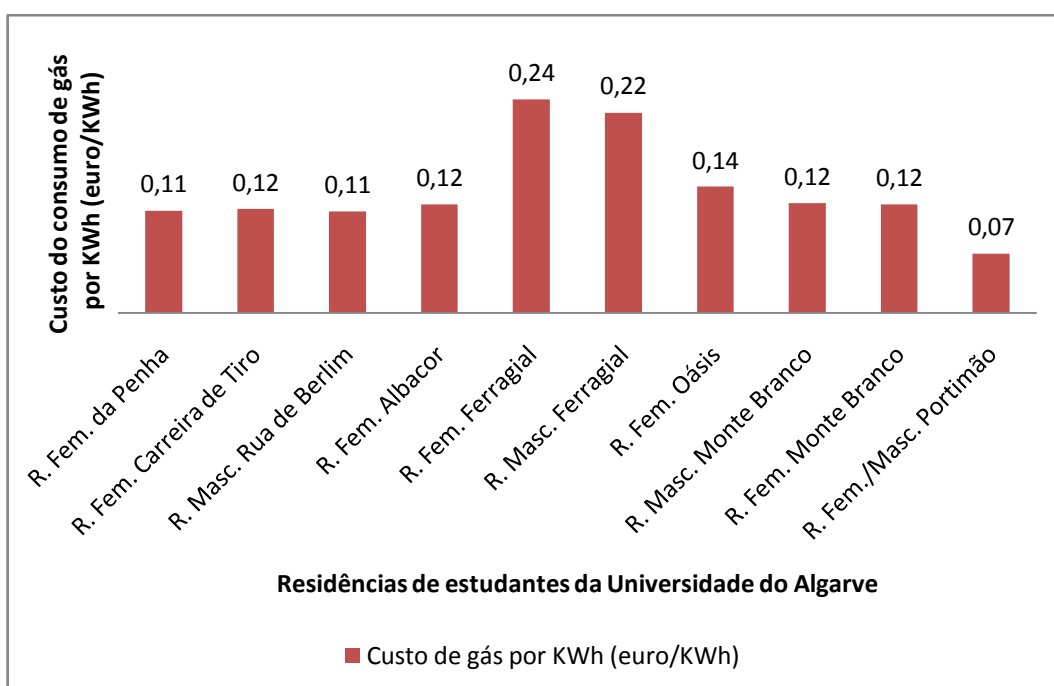


Gráfico 21 - Custo do consumo de gás por kWh (euro/kWh) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

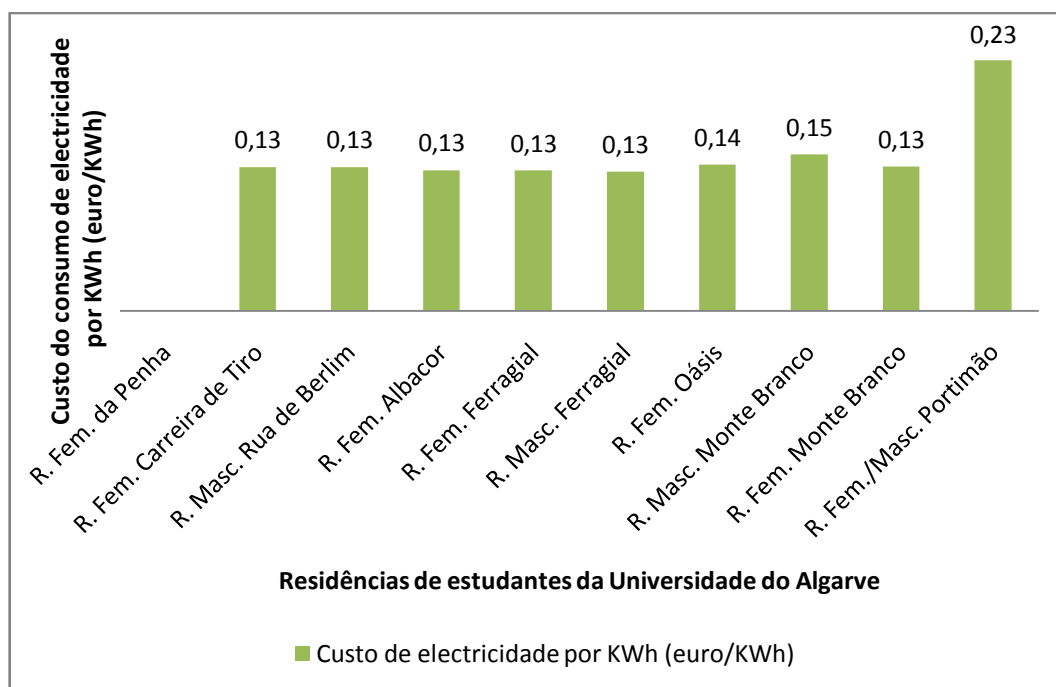


Gráfico 22 - Custo do consumo de electricidade por KWh (euro/KWh) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

Os **custos do consumo de água por m³** das residências de estudantes em 2009 foram bastante similares, com excepção da Residência Masculina e Feminina Ferragial e da Residência Feminina/Masculina de Portimão, que apresentaram valores inferiores. Esta última residência apresentou o valor mais baixo.

Os **custos do consumo de gás por KWh** das residências de estudantes em 2009 foram bastante similares, com excepção da Residência Masculina e Feminina Ferragial, que apresentaram valores de aproximadamente o dobro, e da Residência Feminina/Masculina de Portimão, que apresentou o valor mais baixo.

Os **custos do consumo de electricidade por KWh** das residências de estudantes em 2009 foram bastante similares, com excepção da Residência Feminina/Masculina de Portimão que apresentou um valor de aproximadamente o dobro.

3.3.3 – Tarifa e potência contratada

Todas as residências de estudantes apresentam as **Tarifas de Baixa Tensão Normal** – Tarifas BTN.

Os clientes residenciais necessitam muito provavelmente de potências contratadas iguais ou inferiores a 41,4 KVA num mínimo de 1,15 KVA. Subdividem-se em tarifa social, simples, bi-horária ou tri-horária (os períodos horários variam entre um e três).

Na Tabela 17 apresenta-se a tarifa e a potência contratada pelas residências de estudantes da Universidade do Algarve.

Tabela 17 – Tarifa e potência contratada pelas residências de estudantes da Universidade do Algarve

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Tarifa Contratada	Potência Contratada
Residência Feminina Carreira de Tiro	Tarifa BTN - Simples 3,45 até 20,7 KVA *	3,45 KVA.
Residência Masculina Rua de Berlim	Tarifa BTN - Médias UT => 27,6 KVA (ciclo diário) **	41,4 KVA
Residência Feminina Albacor	Tarifa BTN - Médias UT => 27,6 KVA (ciclo diário) **	41,4 KVA
Residência Feminina Ferragial	Tarifa BTN - Médias UT => 27,6 KVA (ciclo diário) **	41,4 KVA
Residência Masculina Ferragial	Facturas para o quadro geral: Tarifa BTN - Médias UT => 27,6 KVA (ciclo diário) **	34,5 KVA
	Facturas para a lavandaria: Tarifa BTN - Simples de 3,45 até 20,7 KVA *	20,7 KVA
Residência Feminina Oásis	Tarifa BTN - Simples de 3,45 até 20,7 KVA *	3,45 KVA
Residência Masculina de Monte branco	Factura com a morada: rua violetas, O BL O Monte Branco 8000 Faro Tarifa BTN - Médias UT => 27,6 KVA (ciclo diário) **	41,4 KVA
	Factura com a morada: rua violetas, O RC Monte Branco 8000 Faro Tarifa BTN - Médias UT => 27,6 KVA (ciclo diário) **	41,4 KVA
Residência Feminina de Monte branco	Factura com a morada: rua Hortencias, E RC Monte Branco 8005-194 Faro Tarifa BTN - Médias UT => 27,6 KVA (ciclo diário) **	41,4 KVA
	Factura com a morada: rua Hortencias, E Conviv Monte Branco 8005-194 Faro Tarifa BTN - Simples 3,45 até 20,7 KVA *	3,45 KVA
	Factura com a morada: rua Hortencias, E Lavand Monte Branco 8005-194 Faro Tarifa BTN - Simples 3,45 até 20,7 KVA *	20,7 KVA
Residência Feminina / Masculina de Portimão	Tarifa BTN - Simples 3,45 até 20,7 KVA *	6,9 KVA

* **Tarifa Simples** - destina-se à generalidade dos clientes residenciais. O preço do KWh é igual em todas as horas do dia (EDP – Guia do cliente 2010)

** **Tarifa tri-horária** - o preço do KWh não é igual em todas as horas do dia, existem horas de ponta (tarifa mais cara), horas cheias e horas de vazio (tarifa mais barata). As horas de vazio são fundamentalmente as horas de período nocturno e fins-de-semana, em que é mais frequente a utilização de electrodomésticos com um peso elevado no consumo como máquinas de lavar roupa e loiça, forno ou aquecimento. As horas fora de vazio dividem-se em cheias e ponta. O preço por KWh nas horas cheias é ligeiramente reduzido em relação à tarifa simples e à bi-horária. Por outro lado o preço por KWh nas horas de ponta é superior, pelo que a tarifa tri-horária é vantajosa para consumos reduzidos neste horário (EDP – Guia do cliente, 2010)

Após a escolha de uma residência representativa, processo que será apresentado mais adiante, será efectuada uma análise da tarifa e da potência contratada.

3.3.4 - Indicadores de consumo energético

Na metodologia do RSECE, o estudo energético de um edifício, é efectuado através do cálculo do indicador de eficiência energética (IEE), que traduz o consumo de energia primária de um edifício, por metro quadrado e por ano.

O IEE é calculado a partir dos consumos nominais ou reais de energia de um edifício durante um ano, englobando a totalidade dos consumos de climatização, iluminação, equipamentos, AQS, etc., convertidos para energia primária, utilizando os factores de conversão definidos em função do mix energético nacional (Tabela 18).

Tabela 18 – Factores de conversão de energia final em energia primária (RSECE)

Fonte de energia	Factor de conversão – F_{pu} (Kgep/kWh)
Electricidade	0,290
Combustíveis, sólidos, líquidos e gasosos	0,086

O IEE calculado é posteriormente comparado com o valor de referência, limite para edifícios existentes, sabendo que este valor não poderá ser ultrapassado.

No presente trabalho, a metodologia aplicada para a avaliação dos consumos de energia das várias residências, será através do cálculo de dois indicadores de consumo energético, que serão designados por:

- **Energia primária por ocupação nominal** - Indicador de consumo energético anual por número de estudantes.
- **Energia primária por área útil de pavimento** - Indicador de consumo energético anual por área útil de pavimento.

Os indicadores serão calculados através do somatório de todas as formas de energia consumidas, tais como: gás e electricidade para um ano (Q_{global}), após as respectivas conversões para energia primária, dividindo pelo número de estudantes (n) e pela área útil de pavimento (A_p), para cada uma das residências:

$$\text{Energia primária por ocupação nominal} = \frac{Q_{\text{global}}}{n} \quad (1)$$

$$\text{Energia primária por área útil de pavimento} = \frac{Q_{\text{global}}}{A_p} \quad (2)$$

Onde:

- Q_{global} - [Kgep/ano]
- n - [estudante]
- A_p - [m^2]

Estes cálculos permitirão verificar quanto é que cada residência vai consumir anualmente, por estudante e por área útil de pavimento.

Desta forma, o estudo do consumo energético das várias residências, em conjunto com a análise global das características gerais, poderá servir de base na escolha da residência representativa.

Na Tabela 19 encontra-se registada a ocupação nominal (n) e a área total (A_p) das residências de estudantes da Universidade do Algarve.

Tabela 19 – Ocupação nominal (n) e área total (A_p) das residências de estudantes da Universidade do Algarve

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	n – ocupação nominal (estudante)	A_p - área total (m^2)
Residência Feminina Campus da Penha	104	2400
Residência Feminina Carreira de Tiro	12	220
Residência Masculina Rua de Berlim	43	1300
Residência Feminina Albacor	76	1565
Residência Feminina Ferragial	84	1440
Residência Masculina Ferragial	84	1440
Residência Feminina Oásis	28	520
Residência Masculina de Monte branco	48	1440
Residência Feminina de Monte branco	84	1440
Residência Feminina / Masculina de Portimão	28	526

No Anexo I encontram-se os cálculos detalhados dos indicadores de consumo energético (energia primária por ocupação nominal e por área útil de pavimento) das residências de estudantes da Universidade do Algarve.

A Tabela 20 apresenta a comparação da energia primária por ocupação nominal e por área útil de pavimento das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009.

Tabela 20 - Energia primária por ocupação nominal (Kgep/estudante.ano) e por área útil de pavimento (Kgep/m².ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Energia primária por área útil de pavimento (Kgep/m ² .ano)	Energia primária por ocupação nominal (Kgep/estudante.ano)
Residência Feminina Campus da Penha	-	-
Residência Feminina Carreira de Tiro	17,05	312,54
Residência Masculina Rua de Berlim	13,47	407,32
Residência Feminina Albacor	13,16	270,90
Residência Feminina Ferragial	14,41	247,07
Residência Masculina Ferragial	21,93	375,93
Residência Feminina Oásis	12,10	224,69
Residência Masculina Monte Branco	16,04	481,18
Residência Feminina Monte Branco	17,09	293,01
Residência Feminina/Masculina de Portimão	8,66	162,66

O Gráfico 23 apresenta a energia primária por área útil de pavimento das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009.

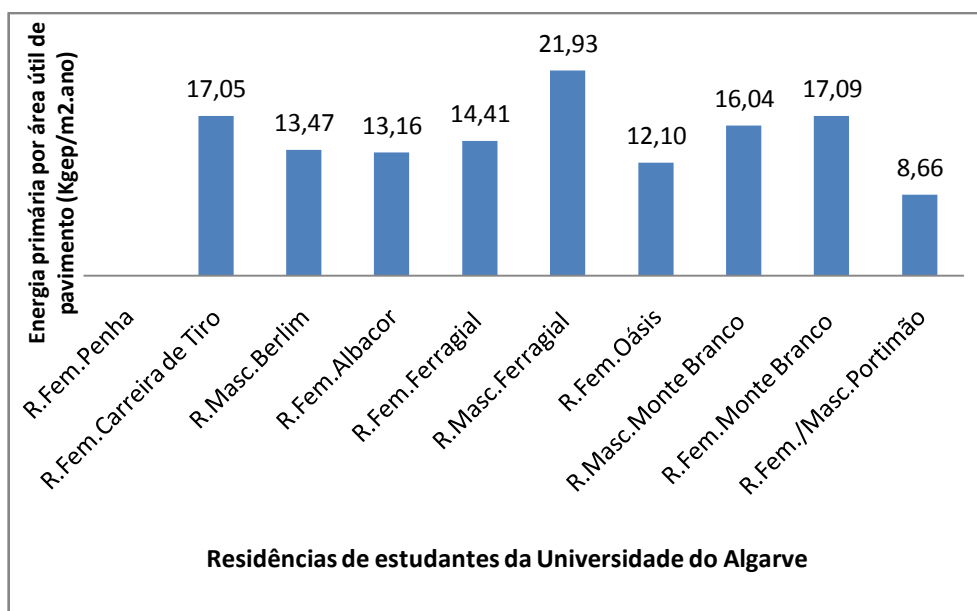


Gráfico 23 - Energia primária por área útil de pavimento (Kgep/m².ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

O Gráfico 24 apresenta a energia primária por ocupação nominal das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009.

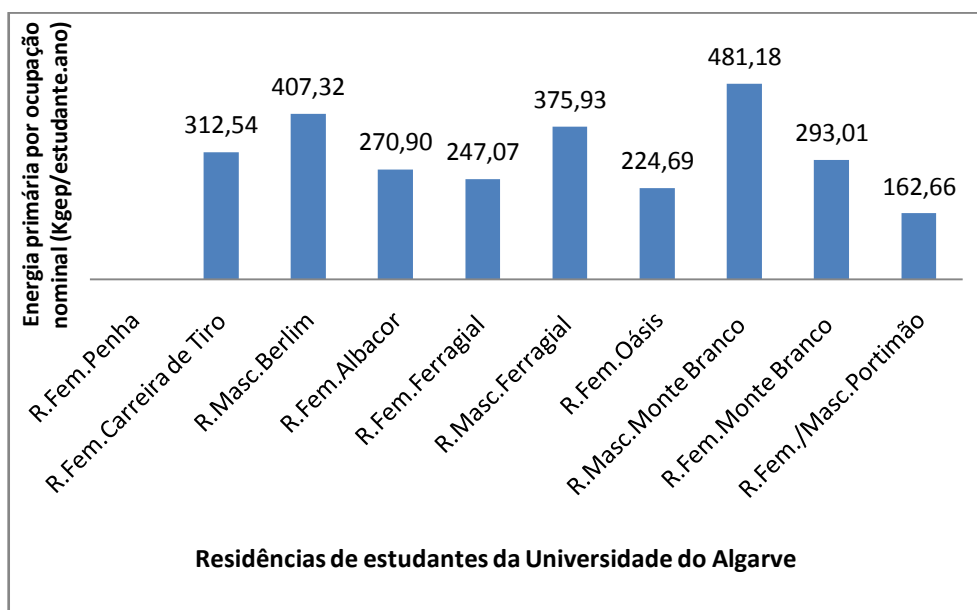


Gráfico 24 - Energia primária por ocupação nominal (Kgep/estudante.ano) das residências de estudantes da Universidade do Algarve em 2009

As residências de estudantes que apresentaram os valores mais elevados de **energia primária por área útil de pavimento** em 2009 foram:

- Residência Masculina Ferragial com 21,93 Kgep/m².ano;
- Residência Feminina Monte Branco com 17,09 Kgep/m².ano;
- Residência Feminina Carreira de Tiro com 17,05 Kgep/m².ano;
- Residência Masculina Monte Branco com 16,04 Kgep/m².ano.

Apesar de não estar especificado o valor limite dos consumos globais específicos dos edifícios de serviços existentes, no RSECE, para a tipologia “residências de estudantes” podemos tomar como comparação o valor apresentado do IEE para a tipologia “empreendimentos turísticos de 3 ou menos estrelas”, por se considerar a mais representativa. O valor do IEE para a tipologia considerada é de 35 Kgep/m².ano.

As residências que apresentaram os valores mais elevados de energia primária por área útil de pavimento em 2009, não ultrapassaram o valor limite referido. Pelo contrário os valores obtidos são comparativamente mais baixos.

É importante referir que a metodologia seguida para determinar a energia primária por área útil de pavimento das residências não tem o mesmo rigor da metodologia apresentada no RSECE, mas a comparação é legítima.

As residências de estudantes que apresentaram os valores mais elevados de **energia primária por ocupação nominal** em 2009 foram:

- Residência Masculina Monte Branco com 481,18 Kgep/estudante. ano;
- Residência Masculina Rua de Berlim com 407,32 Kgep/estudante.ano;
- Residência Masculina Ferragial com 375,93 Kgep/estudante.ano;
- Residência Feminina Carreira de Tiro com 312,54 Kgep/estudante.ano.

A Residência Masculina Ferragial, a Residência Feminina Carreira de Tiro e a Residência Masculina Monte Branco encontram-se na lista de residências que apresentaram os maiores indicadores de consumo energético (energia primária por ocupação nominal e por área útil de pavimento).

É importante referir que existem residências que dispõem de outros serviços associados. A Residência Masculina Ferragial dispõe de lavandaria e posto médico,

a Residência Feminina Ferragial dispõe de Rádio Universitária do Algarve – RUA e algumas residências dispõem de lavandarias.

3.4 – Escolha da residência representativa

Um dos critérios a utilizar na escolha da residência poderia ser a que apresentasse o pior cenário de consumo de energia, para se obter uma melhor percepção dos benefícios, uma vez que as medidas que servissem para essa residência, melhor serviriam para as restantes. No entanto, a escolha poderá também depender de factores condicionantes, optando-se pela residência que se encontrasse mais disponível.

O estudo do consumo energético, em conjunto com a análise global das características gerais, serviu de base na escolha da residência representativa. A residência de estudantes da Universidade do Algarve escolhida foi a **Residência Masculina Ferragial**.

Esta residência apresentou um custo total de 9817,87 euro em água; 1182,49 euro em gás e 13863,86 euro em electricidade em 2009. Por outro lado, por cada estudante apresentou um custo total de 261,59 euro em água; 19,23 euro em gás e 392,14 euro em electricidade em 2009.

Foi também a que apresentou o maior consumo de água e de electricidade em 2009. Em relação aos consumos específicos, encontra-se entre as residências que apresentaram os maiores consumos de água e de electricidade por ocupação nominal. Por outro lado, foi a residência que apresentou o maior consumo de água e de electricidade por área útil de pavimento.

Na análise do custo anual foi a residência que apresentou o maior custo com o consumo de água e de electricidade em 2009. Em relação aos custos específicos, também foi uma das residências que apresentaram os maiores custos com o consumo de água e de electricidade por ocupação nominal e por área útil de pavimento. É importante referir que foi a residência que apresentou o maior custo com o consumo de electricidade por área útil de pavimento.

Esta residência encontra-se entre as residências de estudantes que apresentaram os valores mais elevados para os indicadores de consumo energético: energia primária por ocupação nominal (indicador de consumo energético anual por número de estudantes) e energia primária por área útil de pavimento (indicador de consumo energético anual por área útil de pavimento).

Por outro lado, também foi uma sugestão dos Serviços de Acção Social (SAS), que fosse esta a residência auditada.

4 – CASO DE ESTUDO – RESIDÊNCIA MASCULINA FERRAGIAL

No capítulo 4 e 5 foi efectuada uma análise mais detalhada da Residência Masculina Ferragial e dos serviços associados, através da caracterização das seguintes áreas:

- **Envolvente**

Foi efectuada a caracterização da envolvente opaca (paredes exteriores, coberturas, revestimentos, entre outros) e da envolvente translúcida (área da superfície envidraçada, tipo de vidro utilizado, tipo de caixilharia e existência de protecções solares exteriores e interiores nos vidros).

- **Iluminação**

Foi efectuada o levantamento do tipo de lâmpadas utilizadas na residência.

Medição de iluminância - Foi efectuada a medição da iluminância, através de um luxímetro, em várias habitações para amostragem, como por exemplo num quarto situado a norte e num quarto situado a sul.

Iluminação natural – Foi verificada a existência de janelas, tipo de janelas e a área de superfície envidraçada.

- **Electrodomésticos**

Foi efectuada o levantamento dos tipos de equipamentos utilizados na residência e os respectivos modelos, classes e potências térmicas.

- **Climatização**

Foi efectuada o levantamento do tipo de sistema de aquecimento e arrefecimento, o respectivo modelo, classe e potência térmica.

- **Água Quente Sanitária - AQS**

Foi efectuada o levantamento do tipo de equipamento utilizado na residência para a preparação de AQS, e os respectivos modelos, classes e potência térmica.

Medição do volume de água quente sanitária consumida – Foi efectuado através de um contador volumétrico.

- **Conforto térmico**

O conforto térmico foi analisado através de inquéritos efectuados aos ocupantes da residência em estudo. Posteriormente, foram escolhidas várias habitações onde se realizaram algumas medições de parâmetros ambientais de conforto, através do medidor de parâmetros externos de conforto térmico, tais como: temperatura média do ar, humidade relativa, temperatura média radiante das superfícies e velocidade média do ar, etc.

- **Análise dos consumos eléctricos dos contadores**

Medição de consumos de energia eléctrica - Foi efectuada a medição dos consumos eléctricos, através do registo manual diário de valores de todos os contadores individuais dos quadros eléctricos.

Adicionalmente, foi efectuada a medição dos consumos eléctricos no circuito de AQS, através de um analisador de energia eléctrica.

4.1 - Descrição geral da Residência Masculina Ferragial e dos serviços associados

A Residência Masculina Ferragial é constituída por um edifício de 3 andares, que se situa na Urbanização do Ferragial, lote 17 e apresenta 6 apartamentos: 1º andar direito e esquerdo; 2º andar direito e esquerdo; 3º andar direito e esquerdo.

Cada **apartamento** é constituído por:

- 1 cozinha;
- 1 sala;
- 1 casa de banho com 1 lavatório e 3 sanitas;
- 1 zona de duchas com 3 chuveiros;
- 1 zona de lavabos com 3 lavatórios;
- 7 quartos duplos.

A **ocupação** no ano lectivo 2008-2009 (entre Setembro de 2008 e Julho de 2009) e do ano lectivo 2009-2010 (entre Setembro de 2009 e Julho de 2010) encontra-se na seguinte tabela.

Tabela 21 – Ocupação durante o ano lectivo 2008-2009 e 2009-2010

Apartamento	Ano lectivo 2008-2009	Ano lectivo 2009-2010
1º Direito	14	11
1º Esquerdo	14	11
2º Direito	14	11
2º Esquerdo	14	12
3º Direito	14	12
3º Esquerdo	14	10
Total	84	67

A Residência Masculina Ferragial encerra durante o mês de Agosto. No entanto, durante o mês de Agosto de 2009 esteve ocupada com 5 estudantes.

Desta forma, de Janeiro a Julho de 2009 existiam 84 estudantes, no mês de Agosto existiam 5 estudantes e de Setembro a Dezembro de 2009 existiam 67 estudantes.

A residência é constituída por vários **serviços** que se encontram no R/C do edifício:

- Posto médico;
- Lavandaria;
- Sala de arrumação;
- Sala de formação (antiga sala de informática).

O **posto médico** é constituído por:

- 1 recepção/sala de espera;
- 1 casa de banho;
- 4 gabinetes (psicologia e apoio psicopedagógico, clínica geral, enfermagem e ginecologia).

Os gabinetes de clínica geral, enfermagem e ginecologia apresentam um lavatório cada um.

Os **quadros eléctricos** da residência estão distribuídos da seguinte forma:

- **Quadro eléctrico geral** com saída de electricidade para os apartamentos, sala de formação, sala de arrumação, sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas), iluminação das escadas e posto médico. A potência contratada é de 34,5 KVA.
- **Quadro eléctrico da lavandaria** com uma potência contratada de 20,7 KVA.

Recentemente, foram instalados contadores individuais para cada andar da residência e com saída de electricidade para os dois apartamentos (esquerdo e direito). Desta forma, sempre que se ultrapassar o limite, o quadro geral não se desliga. Estes contadores individuais ainda não existiam no ano de 2009.

Existe também um contador individual para o sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas).

4.2 – Caracterização da envolvente da Residência Masculina Ferragial

4.2.1 – Caracterização da envolvente opaca (paredes, coberturas, revestimentos, entre outros)

A residência é constituída por paredes exteriores duplas com uma espessura de aproximadamente 30 cm. Existem coberturas planas acessíveis a pessoas (terraços) e coberturas inclinadas revestidas com telhas cerâmicas.

As paredes são revestidas por tintas e constituídas por reboco tradicional. As coberturas são em terraço com revestimento superficial de material cerâmico e os pavimentos interiores por materiais cerâmicos.

Foi possível observar a presença de bolores, em alguns quartos, que poderá significar a existência de condensação devido a falta de isolamento e ventilação adequada. No entanto, não foi possível efectuar o registo fotográfico, porque a residência foi pintada durante o período de obras, que decorreu entre Agosto e Setembro de 2010.

4.2.2 – Caracterização da envolvente translúcida (envidraçados)

A residência apresenta vidros simples com uma espessura de aproximadamente 3 mm. O material do caixilho é de alumínio e apresenta uma espessura de aproximadamente 23 mm.

Foi possível verificar que existiam alguns problemas com o estado das persianas das janelas. No entanto, não foi possível efectuar o registo fotográfico, porque estas foram concertadas durante o período de obras, que decorreu entre Agosto e Setembro de 2010.

Nas tabelas seguintes serão descritas as características das janelas dos apartamentos e dos vários serviços da Residência Masculina Ferragial.

Tabela 22 – Características das janelas dos apartamentos da Residência Masculina Ferragial

Apartamentos			
Habitação	Número de janelas	Dimensões	Tipo de sombreamento
Quarto	1	Altura = 1,10 m Largura = 1,20 m	Persianas externas Sem cortinas no interior (na maioria dos casos)
Sala	1	Altura = 2,00 m Largura = 2,00 m	Persianas externas Sem cortinas no interior
Cozinha	1*	Janela: Altura = 1,10 m Largura = 1,20 m Porta: Altura = 2,00 m Largura = 0,75 m Janela e porta de vidro: Largura total ≈ 2,00 m	Persianas externas na janela e na porta Sem cortinas no interior
Casa de banho	-	-	-
Duches	1	Altura = 48 cm Largura = 71 cm	Sem cortinas no interior Sem persianas externas
Lavabos	1	Altura = 45 cm Largura = 56 cm	Sem cortinas no interior Sem persianas externas

* A cozinha é constituída por uma janela e uma porta de vidro

Tabela 23 – Características das janelas do posto médico da Residência Masculina Ferragial

Posto médico			
Habitação	Número de janelas	Dimensões da janela	Tipo de sombreamento
Recepção/ sala de espera	1	Altura = 1,30 m Largura = 1,20 m	Estor interno Persianas externas
Gabinete de psicologia e apoio psicopedagógico	1	Altura = 1,30 m Largura = 1,20 m	Cortinas no interior Persianas externas
Gabinete de clínica geral	1	Altura = 1,30 m Largura = 1,20 m	Cortinas no interior Persianas externas
Gabinete de ginecologia	1	Altura = 1,30 m Largura = 1,20 m	Cortinas no interior Persianas externas
Gabinete de enfermagem	1	Altura ≈ 80 cm Largura ≈ 80 cm	Sem cortinas no interior Sem persianas externas

Tabela 23 – Características das janelas do posto médico da Residência Masculina Ferragial**Tabela 24** – Características das janelas da lavanderia da Residência Masculina Ferragial

Lavanderia		
Número de janelas	Dimensões da janela	Tipo de sombreamento
1*	Altura = 1,30 m Largura = 1,20 m	Sem cortinas no interior Persianas externas

* A lavanderia é constituída por uma janela e uma porta de vidro

Tabela 25 – Características das janelas da sala de arrumação da Residência Masculina Ferragial

Sala de arrumação		
Número de janelas	Dimensões da janela	Tipo de sombreamento
2	Altura = 1,33 m Largura = 1,20 m	Sem cortinas no interior Persianas exteriores
1	Altura = 1,33 m Largura = 2,00 m	Sem cortinas no interior Persianas exteriores
1	Altura = 1,36 m Largura = 0,70 m	Sem cortinas no interior Sem persianas exteriores

Tabela 26 – Características das janelas da sala de formação da Residência Masculina Ferragial

Sala de formação		
Número de janelas	Dimensões da janela	Tipo de sombreamento
1*	Altura = 1,28 m Largura = 1,20 m	Sem cortinas no interior Persianas exteriores
4	Altura = 1,28 m Largura = 1,20 m	Sem cortinas no interior Persianas exteriores
1	Altura = 1,33 m Largura = 2,00 m	Sem cortinas no interior Persianas exteriores
1	Altura = 1,36 m Largura = 0,70 m	Sem cortinas no interior Sem persianas exteriores

* Janela da casa de banho

Em relação às protecções solares, foi possível constatar que a maior parte das janelas apresentam persianas exteriores, mas sem cortinas no interior. A colocação de cortinas no interior poderia contribuir positivamente para o balanço no Verão, quando os ganhos de calor são menos desejáveis.

A cor dos revestimentos (fachadas e coberturas) da residência é o branco e permite reflectir grande parte da radiação.

4.3 – Caracterização da iluminação da Residência Masculina Ferragial

A Residência Masculina Ferragial e os serviços associados apresentam lâmpadas fluorescentes tubulares de classe B de dois tipos:

- Lâmpada fluorescente tubular de 18 W - PHILIPS TL-D 18W/54-765;
- Lâmpada fluorescente tubular de 36 W - PHILIPS 36 Watt TL – D/54.

O acto de ligar e desligar frequentemente este tipo de lâmpadas garante pouco tempo de vida, gastando energia cada vez que se liga. Principalmente, no caso do “hall” de entrada dos andares da residência, em que ao acender uma lâmpada, acendem-se as restantes lâmpadas dos andares.

A residência e os serviços associados apresentam balastros ferromagnéticos e as armaduras são sem reflectores e com revestimento em plástico, na maioria dos casos.

4.3.1 – Caracterização da iluminação dos apartamentos

A Tabela 27 apresenta a distribuição das lâmpadas fluorescentes tubulares em cada apartamento da Residência Masculina Ferragial.

Tabela 27 - Distribuição da iluminação nos apartamentos da Residência Masculina Ferragial

Divisão do apartamento	Lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W	Lâmpadas fluorescentes tubulares de 36 W
Sala	4	-
“Hall” de entrada	1	-
Corredor	2	-
Cozinha	2	-
7 Quartos	14*	-
Casa de banho	-	1
Duches	-	1
Lavabos	-	1
Total	23	3

* Cada quarto apresenta duas lâmpadas

Desta forma, temos um total de 138 lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W e de 18 lâmpadas fluorescentes tubulares de 36 W distribuídas pelos 6 apartamentos da residência.

4.3.2 – Caracterização da iluminação dos serviços

A Tabela 28 apresenta a distribuição da iluminação no posto médico.

Tabela 28 - Distribuição da iluminação no posto médico

Divisão do posto médico	Lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W	Lâmpadas fluorescentes tubulares de 36 W
4 gabinetes	-	8*
Recepção/sala de espera	6	-
Casa de banho	1	-
Total	7	8

* Cada gabinete apresenta 2 lâmpadas

O posto médico apresenta um total de 7 lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W e de 8 lâmpadas fluorescentes tubulares de 36 W.

A Tabela 29 apresenta a iluminação da sala de formação (antiga sala de informática), com um total de 16 lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W.

Tabela 29 - Distribuição da iluminação na sala de formação

Divisão da sala de formação	Lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W	Lâmpadas fluorescentes tubulares de 36 W
Sala	12	-
Casa de banho	4	-
Total	16	-

Na Tabela 30 está descrita a distribuição da iluminação nas restantes divisões e serviços da residência.

Tabela 30 - Distribuição da iluminação nas restantes divisões e serviços da residência

Divisão/serviço	Lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W	Lâmpadas fluorescentes tubulares de 36 W
Entrada do prédio	1	-
Corredor (R/C, 1º, 2º e 3º andar)	4*	-
Lavandaria	-	3
Sala de arrumação	-	3
Total	5	6

* Cada andar apresenta 1 lâmpadas no corredor

Desta forma, existe um total de 166 lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W e de 32 lâmpadas fluorescentes tubulares de 36 W, distribuídas pelas várias divisões e serviços da Residência Masculina Ferragial.

Ao se dividir a potência total das lâmpadas utilizadas pela área total da residência, obtém-se um valor de 2,87 W/m². Este valor é muito baixo comparativamente com os valores actuais utilizados em projecto de iluminação, em que o indicador 10 W/m² é considerado um bom valor.

A análise da iluminação da Residência Masculina Ferragial será efectuada mais adiante através da realização de medições de iluminância em várias habitações.

4.4 – Caracterização dos electrodomésticos da Residência Masculina Ferragial

4.4.1 – Caracterização dos electrodomésticos dos apartamentos

A distribuição dos electrodomésticos nos **apartamentos** da Residência Masculina Ferragial está descrita na Tabela 31.

Tabela 31 - Electrodomésticos dos apartamentos da Residência Masculina Ferragial

Divisão do apartamento	Electrodomésticos
Cozinha	3 Frigoríficos 1 Máquina de lavar roupa 1 Microondas
Sala	1 Televisão 1 Aquecedor eléctrico 1 Ferro de engomar

Desta forma, existe um total de 18 frigoríficos, 6 máquinas de lavar roupa, 6 microondas, 6 televisões, 6 aquecedores eléctricos e 6 ferros de engomar, distribuídos pelos 6 apartamentos da Residência Masculina Ferragial.

A seguir apresenta-se a **caracterização dos electrodomésticos dos apartamentos** da Residência Masculina Ferragial:

Frigoríficos

Em cada cozinha existem 3 frigoríficos que podem ser de cinco marcas diferentes, como se pode observar através da Tabela 32.

Tabela 32 – Características dos frigoríficos dos apartamentos da Residência Masculina Ferragial

Marca do frigorífico	Modelo do frigorífico	Potência do motor (W)	Potência da lâmpada (W)	Tensão (V)	Frequência (Hz)	Corrente eléctrica (A)
Schaub Lorenz	QD65Y NO.04207460	80	-	220-240	50	0,55
Seruca	F2P24590-C	128	15	220-240	50	0,85
Indesit	TH355_NS_297 THB1355YS	-	-	220-240	50	-
Becken	SK170Q-L1U MER	-	-	220-240	50	-
Telefac	HVY75AA 0648	-	-	220-240	50	-

Através da auditoria energética foi possível verificar que:

- Os frigoríficos encontram-se regulados na temperatura ideal de conservação dos alimentos (entre 3 a 5 °C);
- Dois frigoríficos do 2º andar apresentam problemas nas borrachas das portas e não vedam adequadamente (Figura 6 do Anexo III);

- Em relação ao afastamento dos frigoríficos de fontes de calor, verifica-se que estes estão próximos do fogão e das janelas;
- A limpeza de gelo é efectuada regularmente.

Máquina de lavar roupa

Através da auditoria energética foi possível verificar que as máquinas de lavar roupa das cozinhas dos apartamentos apresentam uma capacidade de 5 kg de roupa e podem ser de quatro marcas diferentes (Tabela 33).

Tabela 33 – Características das máquinas de lavar roupa dos apartamentos da Residência Masculina Ferragial

Marca da máquina de lavar roupa	Modelo da máquina de lavar roupa	Potência do motor (W)	Tensão (v)	Frequência (Hz)	Corrente eléctrica (A)
Orima	-	-	-	-	-
Indesit	WI 52 (EX)	1700-2000	220-230	50	10
Beko	WML 15080 P	2300	220-240	50	
Telefac	TF6650	2100	220-240	50	10

Nota: Não foi possível obter os dados para a máquina de lavar roupa de marca Orima devido à ausência de placa metálica e do catálogo ou manual de utilizador do aparelho.

Através da etiqueta energética da máquina de lavar roupa Telefac pode-se retirar as seguintes informações:

- Classe A;
- Consumo energético kWh/programa de 0,95;
- Eficiência de lavagem B;
- Eficiência de rotação E;
- Velocidade de 600 rpm;
- Capacidade de algodão de 5Kg;
- Consumo de água de 43l.

As restantes máquinas de lavar roupa, assim como os restantes electrodomésticos da residência em estudo, não apresentam etiqueta energética.

Microondas

O microondas utilizado nas cozinhas dos apartamentos da residência encontra-se descrito na Tabela 34.

Tabela 34 – Características do microondas dos apartamentos da Residência Masculina Ferragial

Marca do microondas	Modelo do microondas	Potência (W)	Tensão (v)	Frequência (Hz)	Corrente eléctrica (A)
ELECTRIC	MW80020G	1000-1200	230	50	-

Fogão

O fogão e o forno que se encontram nas cozinhas dos apartamentos da residência são a gás. O tipo de gás utilizado é o propano canalizado.

Ferro de engomar

O ferro de engomar que se encontra nas salas dos apartamentos está descrito na Tabela 35.

Tabela 35 – Características do ferro de engomar dos apartamentos da Residência Masculina Ferragial

Marca do ferro	Modelo do ferro	Potência (W)	Tensão (v)	Frequência (Hz)	Corrente eléctrica (A)
Tefal	1242/A	1000	220-240	50/60	-

Televisão

As televisões utilizadas nas salas dos apartamentos encontram-se descritos na Tabela 36.

Tabela 36 – Características das televisões dos apartamentos da Residência Masculina Ferragial

Marca da televisão	Modelo da televisão	Potência (W)	Tensão (v)	Frequência (Hz)	Corrente eléctrica (A)
Sanyo	CE 20AT07 -C	70	230	50	-
Sanitron	CEP ME 20T	60	230	50	-

Aquecedor eléctrico

O aquecedor eléctrico que se encontra na sala dos apartamentos encontra-se na Tabela 37.

Tabela 37 – Características do aquecedor eléctrico dos apartamentos da Residência Masculina Ferragial

Marca do aquecedor eléctrico	Modelo do aquecedor eléctrico	Potência (W)	Tensão (v)	Frequência (Hz)	Corrente eléctrica (A)
CATA	TURBO SLIM XXI	2000	220-230	50	-

4.4.2 – Caracterização dos electrodomésticos dos serviços

O **posto médico** é constituído pelos seguintes electrodomésticos:

- 5 computadores: 1 computador em cada gabinete e 1 computador na recepção/sala de espera;
- 1 impressora na recepção/sala de espera;
- 5 aquecedores eléctricos: 1 aquecedor em cada gabinete (marca Junex) e 1 aquecedor na recepção/sala de espera (marca Cata);
- 1 televisão na recepção/sala de espera;
- 1 vídeo na recepção/sala de espera;
- 1 frigorífico no gabinete de enfermagem;
- 1 microondas no gabinete de enfermagem.

A seguir apresenta-se a **descrição dos electrodomésticos do posto médico** (Tabela 38).

Tabela 38 – Características dos electrodomésticos no posto médico

Electrodoméstico	Marca	Modelo	Potência (W)	Tensão (v)	Frequência (Hz)	Corrente eléctrica (A)	Classe
Aquecedor eléctrico	Junex	9006	1200	230	-	-	-
Aquecedor eléctrico	CATA	TURBO SLIM XXI	2000	220-230	50	-	-
Televisão	Worten	SAL 0414/4 n077	65	220-230	50	-	-
Vídeo	Akai	VS-G262EOH	-	220-230	50	-	-
Monitor de computador *	Samsung	920NW	-	240	50/60	1.2	B
Monitor de computador **	LG	C17JC – 7	-	240	50-60	2	-
Computador	City Desk	LUSO PC 6000 Series	300	230	60	8	-
Impressora	Hewlett Packard - Hp	BOISB-0207-00	-	220-240	50-60	2.5	B
Frigorífico	Indesit	THB1355YS	-	220-240	50	-	-
Microondas	DeLongui	MW500	950	230-240	50	-	-

* Monitor de computador do gabinete de psicologia, clínica geral e recepção/sala de espera

** Monitor de computador do gabinete de enfermagem e ginecologia

A **lavandaria** (Figura 10 do Anexo II) é constituída pelos seguintes electrodomésticos:

- 6 máquinas de lavar roupa;
- 1 máquina de secar roupa;
- 1 calandra.

A seguir apresentam-se as **características dos electrodomésticos da lavandaria**.

As máquinas de lavar roupa têm uma capacidade de 5 kg e são de quatro marcas diferentes:

- 1 máquina de lavar roupa de marca Beko;
- 2 máquinas de lavar roupa de marca Indesit;
- 2 máquinas de lavar roupa de marca Aspes;
- 1 máquina de lavar roupa de marca Becken.

A descrição das máquinas de lavar roupa da lavandaria encontram-se na Tabela 39.

Tabela 39 – Características das máquinas de lavar roupa da lavandaria

Marca da máquina de lavar roupa	Modelo da máquina de lavar roupa	Potência do motor (W)	Tensão (v)	Frequência (Hz)	Corrente eléctrica (A)
Beko	WML 15080 P	2300	220-230	50	10
Indesit	WI 52 (EX)	1700-2000	220-230	50	10
Aspes	-	-	-	-	-
Becken	AQUA400/M	2200	220-230	50	10

Nota: Não foi possível obter os dados para a máquina de lavar roupa de marca Aspes devido à ausência de placa metálica e do catálogo ou manual de utilizador do aparelho.

A descrição da máquina de secar roupa da lavandaria encontra-se na Tabela 40.

Tabela 40 – Características da máquina de secar roupa da lavandaria

Marca da máquina de secar roupa	Modelo da máquina de secar roupa	Potência do motor (W)	Tensão (v)	Frequência (Hz)	Corrente eléctrica (A)
IPSO CR30	CB-30EK/KPO	22500	380/415	50	35/36

A descrição da calandra da lavandaria encontra-se na Tabela 41.

Tabela 41 – Características da calandra da lavandaria

Marca da calandra	Modelo da calandra	Potência do motor (W)	Tensão (v)	Frequência (Hz)	Corrente eléctrica (A)
IPSO	RI 1400	7180	400	50	12

4.5 – Análise da tarifa e da potência contratada pela Residência Masculina Ferragial e pelos serviços associados

A seguir será efectuada a análise da tarifa e da potência contratada pela Residência Masculina Ferragial, através das facturas de electricidade do consumo global da residência para o ano de 2009, com excepção da lavandaria.

A tarifa utilizada na residência é a Tarifa BTN - Médias UT - 27,6 KVA (ciclo diário), que é utilizada na maioria das residências de estudantes da Universidade do Algarve.

Como já foi referido, a Tarifa tri-horária para potências iguais ou superiores a 27,6 KVA é obrigatória, mas permite médias ou longas utilizações. Tal como a tarifa bi-horária tem dois ciclos:

- **Ciclo diário** – aconselhada para clientes que consomem mais no período nocturno;
- **Ciclo semanal** – recomendada quando o consumo de energia é mais elevado ao fim de semana.

A residência apresenta o ciclo diário, que é o mais adequado, porque os estudantes se encontram maioritariamente nas aulas durante o dia e consomem mais energia eléctrica no período nocturno. Por outro lado, durante o fim-de-semana muitos estudantes se deslocam para as suas residências e existe um menor consumo de energia durante este período.

A potência contratada pela Residência Masculina Ferragial é de 34,5 KVA, que é menor à potência contratada pela Residência Feminina Ferragial, com um valor de 41,4 KVA, apesar de apresentarem a mesma área e ocupação nominal.

A maior parte das residências de estudantes da Universidade do Algarve apresentam a potência contratada de 41,4 KVA. Desta forma, o critério para a escolha da potência contratada deveria de ser o mesmo.

É importante referir que a Residência Masculina Ferragial foi a que apresentou o maior consumo de energia eléctrica total durante o ano de 2009. Por outro lado, foi uma das residências que apresentou o maior consumo de energia eléctrica por estudante e foi a residência que apresentou o maior consumo de energia eléctrica por área útil de pavimento.

Em relação a lavandaria, através das facturas de electricidade foi possível verificar que a tarifa contratada é a Tarifa BTN - Simples de 3,45 até 20,7 KVA e a potência contratada é de 20,7 KVA.

Na Tarifa Simples, o preço do KWh é igual em todas as horas do dia. Esta tarifa é adequada uma vez que, a lavanderia apresenta horário laboral e encerra ao fim-de-semana.

A potência contratada de 20,7 KVA será suficiente se os aparelhos da lavanderia não se ligarem em simultâneo, isto é, quando se ligarem as máquinas de lavar roupa e a calandra, não se ligar a máquina de secar roupa, uma vez que, só este aparelho apresenta uma potência de 22,5 KW.

4.6 – Caracterização do consumo de água na Residência Masculina Ferragial

4.6.1 – Tipo de dispositivos e equipamentos de consumo de água utilizados

Na caracterização das **torneiras, chuveiros e autoclismo** da residência foi possível verificar que:

- As torneiras e chuveiros não apresentam dispositivos redutores de caudal;
- As torneiras são convencionais com um caudal médio de 6 litros por minuto;
- Os autoclismos são tradicionais com uma capacidade entre 7 e 15 litros por descarga.

A residência apresenta máquinas de lavar roupa com uma carga de 5kg. Actualmente, os modelos das máquinas de lavar roupa têm consumos de água muito variáveis (entre 35 e 75 litros por lavagem) podendo admitir-se um valor médio de 55 litros por lavagem geral, para uma capacidade de carga de 5 kg de roupa de algodão (Ecocasa, 2010).

Através dos inquéritos efectuados aos estudantes da Residência Masculina Ferragial (Anexo VII) foi possível verificar que apresentam alguma preocupação com a racionalização do consumo de água nas várias actividades do dia-a-dia. No entanto, é importante incentivá-los a seguir uma série de recomendações de forma a reduzir o consumo de água.

A Residência Masculina Ferragial foi a que apresentou o maior consumo anual de água e o maior consumo de água por área útil de pavimento em 2009, e encontra-

se entre as residências que apresentaram o maior consumo de água por estudante em 2009.

Os serviços de acção social já tinham implementado algumas das medidas para reduzir o consumo de água nas residências de estudantes, tais como o fornecimento de dispositivos redutores de caudal ou os chuveiros economizadores. No entanto, existiram sempre problemas de danificação e de furto. É imprescindível alertar para esta situação e tentar contorná-la de forma a melhorar a eficiência dos sistemas.

4.6.2 – Preparação de água quente sanitária (AQS)

Na Residência Masculina Ferragial o **tipo de equipamento** utilizado para a preparação de **água quente sanitária (AQS)** são duas **bombas de calor**, com acumulação em dois depósitos, a uma temperatura máxima de cerca de 50°C, sendo complementada por resistências eléctricas sempre que as bombas de calor não consigam sozinhas atingir aquela temperatura. As bombas de calor são da marca Energie – “Energia solar Termodinâmica”.

É importante salientar que apesar de utilizar a energia eléctrica como fonte para a produção de água quente sanitária, o recurso à bomba de calor é energeticamente mais vantajoso do que a simples resistência eléctrica.

Durante a auditoria energética foi possível verificar que os tubos para a água quente sanitária estavam a ser isolados, porque já se encontravam danificados e entre a produção de água quente e o consumo, pode existir uma grande perda de energia.

Princípio de funcionamento

Por uma questão comercial a marca Energie define a bomba de calor como “**painéis solares termodinâmicos**”. Estes são capazes de captar o calor do sol, da chuva, do vento e do próprio ar, 24 horas por dia, 365 dias por ano.

O fluido que circula num circuito fechado, capta o calor nos painéis solares e em seguida liberta-o na água através de um permutador de calor, como se pode observar através da Figura 7 do Anexo III.

Os painéis solares, de alto rendimento e sem vidro (evaporadores), funcionam captando a radiação solar, tanto directa como difusa, bem como o calor do meio envolvente por convecção natural.

O alto rendimento do sistema permite ainda uma redução da área útil de painéis em relação aos sistemas tradicionais. Apresenta uma potência média quatro vezes superior à absorvida, com uma economia de 80% (Energie, 2010).

No Anexo III encontram-se as Figuras 8, 9 e 10 com as bombas de calor da Residência Masculina Ferragial, cujas características técnicas se apresentam na tabela seguinte.

Tabela 42 - Características técnicas das bombas de calor da Residência Masculina Ferragial (Catálogo da Energie, 1998)

Modelo	Capacidade (litros)	Número de painéis	Altura (mm)	Diâmetro (mm)	Potência absorvida (W)	Potência média debitada (W)	Tensão (V)
NE 2000	2000	12	2740	1100	2600	11700	380

Na residência a água quente para usos gerais sanitários será produzida em dois depósitos de 2000 litros cada um (com a quantidade total de 4000 litros) e com 24 painéis.

Os depósitos de água quente são em chapa de ferro galvanizado por banho interior e exterior, com uma dimensão de 1100 x 2520 mm e instalados na vertical. Apresentam um isolamento térmico de poliuretano expandido de 70 mm e são protegidos exteriormente com uma folha de PVC. A temperatura de armazenagem da água quente é de cerca de 50 °C.

As máquinas de produção de calor são constituídas por: compressor; painéis de evaporação por expansão directa de um fluido frigorígeno com uma dimensão de 2000 x 8000 x 1,5 mm e um peso de aproximadamente 7,5 Kg e bateria de

condensação para inserir nos depósitos de água quente (Catálogo da Energie, 1998).

Mais adiante será efectuada a medição do volume de água quente sanitária consumida pela Residência Masculina Ferragial e o cálculo da eficiência das bombas de calor.

5 – MEDIÇÕES NA RESIDÊNCIA MASCULINA FERRAGIAL

Na Residência Masculina Ferragial foram efectuadas medições de consumos de energia eléctrica, de conforto térmico e de iluminância.

As medições de consumos de energia eléctrica foram efectuadas através do registo manual diário de valores, de todos os contadores individuais dos quadros eléctricos, durante três semanas:

- 20 a 26 de Abril de 2010;
- 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010;
- 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010.

Adicionalmente, foram também efectuadas medições de consumos de energia eléctrica, através do aparelho analisador de energia eléctrica, no contador do quadro eléctrico do sistema de preparação de AQS, durante dois períodos aproximadamente quinzenais:

- 7 a 20 de Julho de 2010;
- 18 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010.

As medições de conforto térmico e de iluminância foram efectuadas em simultâneo e em várias habitações da residência durante:

- 18 e 19 de Maio de 2010;
- 6 de Setembro de 2010.

5.1 - Medição de consumos de energia eléctrica

5.1.1 - Medição de consumos de energia eléctrica através do registo manual diário de valores dos contadores dos quadros eléctricos

Semana de 20 a 26 de Abril de 2010

Foram efectuados registos manuais diários de valores dos seguintes contadores dos quadros eléctricos (Tabela 1 do Anexo V):

- Contador do quadro eléctrico geral (que inclui: apartamentos, sistema de preparação de AQS, sala de formação, sala de arrumação, iluminação das escadas e posto médico);
- Contador do quadro eléctrico dos apartamentos, com excepção do 3º andar, onde foi colocado um analisador de energia eléctrica;
- Contador do quadro eléctrico da lavandaria;
- Contador do quadro eléctrico do sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e respectivas resistências eléctricas).

No sistema de preparação de AQS foram ainda efectuados registos manuais diários de vários parâmetros (Tabela 2 do Anexo V):

- Consumo de AQS. No entanto, não foi possível quantificar este parâmetro, porque o contador volumétrico encontrava-se danificado (Figura 11 do Anexo III);
- Temperatura da AQS no reservatório 1 (Figura 11 do Anexo III);
- Temperatura da AQS no reservatório 2 (Figura 11 do Anexo III).

Os registos foram efectuados durante nove dias, entre as 16:00 e 17:00 horas, com início a 19 de Abril até 27 de Abril de 2010.

A Tabela 43 apresenta o consumo diário e total de energia eléctrica medida nos contadores dos quadros eléctricos da Residência Masculina Ferragial durante uma semana.

Tabela 43 – Consumo de energia eléctrica (KWh) da Residência Masculina Ferragial durante a semana de 20 a 26 de Abril de 2010

Dia de semana/ Consumo de energia	3º feira 20-04-2010	4º feira 21-04-2010	5º feira 22-04-2010	6º feira 23-04-2010	Sábado 24-04-2010	Domingo 25-04-2010	2º feira 26-04-2010	Total
1º esquerdo (KWh)	10	10	11	11	10	13	13	78
1º direito (KWh)	17	22	20	15	18	17	18	127
2º esquerdo (KWh)	20	20	19	21	18	22	18	138
2º direito (KWh)	12	14	15	16	14	15	16	102
3º esquerdo (KWh)	-	-	-	-	-	-	-	-
3º direito (KWh)	-	-	-	-	-	-	-	-
Geral (KWh)	233	302	282	285	261	260	265	1888
Lavandaria (KWh)	37	24	74	76	3	0	53	267
AQS * (KWh)	131,3	177,6	174,7	177,1	161,1	152,1	157,2	1131,1

*sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas)

A residência apresentou uma ocupação total de 67 estudantes durante o ano lectivo de 2009-2010 (aproximadamente 80% da ocupação nominal):

- 10 estudantes no 3º andar esquerdo;
- 11 estudantes no 1º andar (direito e esquerdo) e no 2º andar direito;
- 12 estudantes no 2º andar esquerdo e no 3º andar direito.

Durante o período de tempo analisado, o 2º andar esquerdo foi o apartamento que apresentou o maior consumo total de energia eléctrica (138 KWh) e foi também um dos apartamentos que apresentou o maior número de estudantes.

O sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas) apresentou um elevado consumo de energia eléctrica total durante a semana (1131,1 KWh).

Apesar de não existir o registo do 3º andar, foi possível estimar, que o consumo de energia eléctrica total do sistema de preparação de AQS foi quase o dobro do consumo de energia eléctrica total dos apartamentos.

A Tabela 44 apresenta o estudo estatístico com o cálculo da média, mediana e desvio padrão dos consumos diários de energia eléctrica dos contadores da residência durante a semana.

Tabela 44 – Estudo estatístico do consumo diário de energia eléctrica dos contadores dos quadros eléctricos da Residência Masculina Ferragial durante a semana de 20 a 26 de Abril de 2010

Contadores	Média (KWh)	Mediana (KWh)	Desvio padrão (KWh)
1º esquerdo	11,14	11,00	1,35
1º direito	18,14	18,00	2,27
2º esquerdo	19,71	20,00	1,50
2º direito	14,57	15,00	1,40
3º esquerdo	-	-	-
3º direito	-	-	-
Geral	269,71	265,00	22,24
Lavandaria	38,14	37,00	31,17
AQS *	161,59	161,10	16,81

*sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas)

O 2º andar esquerdo foi o apartamento que apresentou o maior consumo médio de energia eléctrica, por dia, durante a semana (19,71 KWh), assim como, a maior mediana (20,00 KWh). O 1º andar direito apresentou o maior desvio padrão (2,27 KWh).

O sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas) apresentou um elevado consumo médio, por dia, de energia eléctrica durante a semana referida (161,59 KWh).

O consumo global médio de energia eléctrica da residência por dia (quadro geral) foi de 269,71 KWh, com um desvio padrão de 22,24 KWh. O consumo médio de energia eléctrica da lavandaria por dia foi de 38,14 KWh, com um desvio padrão de 31,17 KWh, devido ao facto de não funcionar durante o fim-de-semana.

Desta forma, o consumo global médio de energia eléctrica da residência por dia correspondeu a aproximadamente 7 vezes o consumo médio de energia eléctrica da lavandaria por dia, durante a semana analisada.

A Tabela 45 apresenta os valores das facturas de electricidade da lavandaria e do consumo global da Residência Masculina Ferragial durante o ano de 2009, com um consumo total de energia eléctrica de 107323 KWh.

Tabela 45 – Consumo total de electricidade (KWh) da Residência Masculina Ferragial em 2009

Período de Facturação	Electricidade Geral (KWh)	Electricidade Lavandaria (KWh)
Jan-09	16505	1688
Fev-09	8471	1197
Mar-09	7657	1083
Abr-09	12649	1157
Mai-09	7269	989
Jun-09	7155	973
Jul-09	7013	1667
Ago-09	7841	1121
Set-09	7717	1104
Out-09	-4542	632
Nov-09	7547	1126
Dez-09	8097	1207
Total	93379	13944

O consumo anual global de energia eléctrica da residência correspondeu a aproximadamente 6,7 vezes o consumo anual de energia eléctrica da lavandaria. Desta forma, foi possível constatar que a relação observada na auditoria, entre o consumo global de energia eléctrica da residência e o consumo de energia eléctrica da lavandaria, também se verificou ao longo do ano de 2009 e a semana de 20 a 26 de Abril foi representativa dos consumos eléctricos.

Semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010

Posteriormente foi efectuada uma segunda campanha de registo manual diário de valores dos contadores dos quadros eléctricos (Tabela 3 do Anexo V) e de alguns parâmetros do sistema de preparação de AQS (Tabela 4 do Anexo V).

Os registos foram efectuados durante nove dias, entre as 14:00 e 15:00 horas aproximadamente, com início a 28 de Setembro até 6 de Outubro de 2010.

Neste período, para além do registo do sistema de preparação de AQS, referidos anteriormente, foi registado o consumo de água quente sanitária, através da

instalação de um novo contador volumétrico, uma vez que o aparelho original se encontrava danificado.

Foi também efectuada uma estimativa da temperatura da água da rede, através da sua medição nos três andares da residência, durante alguns dias, recorrendo a um termómetro de mercúrio. Os valores obtidos foram sempre de 22°C.

A Tabela 46 apresenta o consumo diário e total de energia eléctrica dos contadores dos quadros eléctricos e a Tabela 47 apresenta a ocupação real da Residência Masculina Ferragial durante uma semana.

Tabela 46 – Consumo de energia eléctrica (KWh) da Residência Masculina Ferragial durante a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010

Dia de semana/ Consumo de energia	5º feira 30-09-2010	6º feira 01-10-2010	Sábado 02-10-2010	Domingo 03-10-2010	2º feira 04-10-2010	3ºfeira 05-10-2010	4ºfeira 06-10-2010	Total
1º esquerdo (KWh)	9	12	12	10	9	8	10	70
1º direito (KWh)	13	16	12	10	10	10	11	82
2º esquerdo (KWh)	16	16	18	20	24	17	18	129
2º direito (KWh)	9	8	9	6	6	8	10	56
3º esquerdo (KWh)	13	14	13	11	16	16	15	98
3º direito (KWh)	9	9	7	9	9	7	7	57
Geral (KWh)	162	164	159	141	150	124	167	1067
Lavandaria (KWh)	37	45	6	0	46	14	11	159
AQS * (KWh)	81,2	75,3	75,3	65,8	64,8	49,5	82,0	493,9

*sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas)

Tabela 47 – Ocupação real (estudante) da Residência Masculina Ferragial durante a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010

Dia de semana/ Ocupação real	5º feira 30-09-2010	6º feira 01-10-2010	Sábado 02-10-2010	Domingo 03-10-2010	2º feira 04-10-2010	3ºfeira 05-10-2010	4ºfeira 06-10-2010
1º esquerdo (estudante)	8	8	6	6	8	8	8
1º direito (estudante)	9	9	8	8	8	8	8
2º esquerdo (estudante)	10	10	10	10	10	10	10
2º direito (estudante)	6	6	4	4	4	4	4
3º esquerdo (estudante)	8	8	4	4	8	8	8
3º direito (estudante)	7	7	7	7	7	7	7
Total (estudante)	48	48	39	39	45	45	45

O período de tempo analisado coincidiu com o início do ano lectivo e a residência apresentou uma taxa de ocupação real aproximadamente metade da ocupação nominal (14 estudantes por apartamento). Por outro lado, em alguns apartamentos verificou-se uma diminuição da ocupação real durante o fim-de-semana.

O 2º andar esquerdo foi o apartamento que apresentou o maior consumo total de energia eléctrica (129 KWh) e o maior número de estudantes (10 estudantes).

O sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas) e os apartamentos apresentaram um próximo consumo de energia eléctrica total, com um valor de 493,9 KWh e de 492 KWh respectivamente. Os restantes espaços (posto médico, sala de formação, sala de arrumação e iluminação das escadas) apresentaram um valor total de 81,1 KWh.

Desta forma, o sistema de preparação de AQS, os apartamentos e os restantes espaços representam respectivamente 46,29%, 46,11% e 7,6% do consumo total de energia eléctrica durante a semana analisada (Gráfico 25).

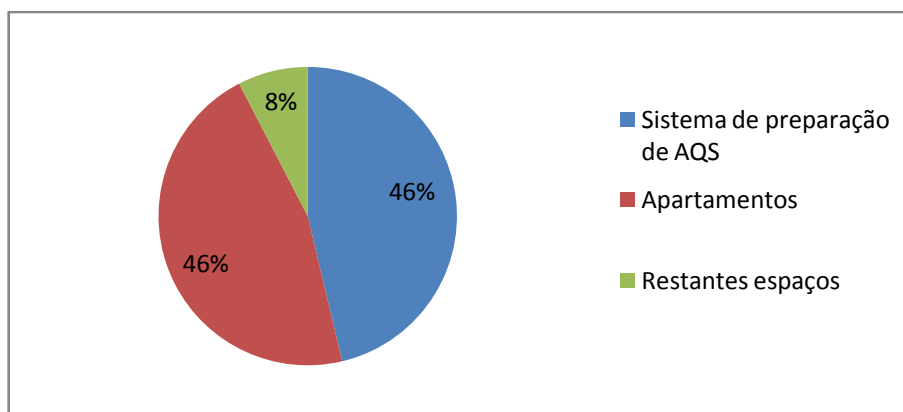


Gráfico 25 – Percentagens de consumos de energia eléctrica durante a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010

Durante esta semana, o consumo de energia eléctrica total foi sempre inferior em todos os contadores individuais, ao consumo de energia eléctrica total da semana de 20 a 26 de Abril, que apresentou uma maior ocupação.

Por outro lado, na semana de 20 a 26 de Abril não existiu a proximidade entre os consumos totais do sistema de preparação de AQS e dos apartamentos. Pelo contrário, o consumo total do sistema de preparação de AQS foi bastante superior ao dos apartamentos, revelando um elevado consumo de energia para a preparação de AQS.

É importante realçar que o consumo de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS na semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro foi menos de metade (493,9 KWh) do que na semana de 20 a 26 de Abril (1131,1 KWh).

A diferença poderá ser explicada porque, durante a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro, a temperatura da água da rede é superior, o que conduz a uma menor quantidade de energia necessária para a preparação de AQS, em conjunto com uma possível menor utilização de água quente, como é frequente no período de fim de Verão. Por outro lado, a ocupação durante esta semana também foi menor.

A Tabela 48 apresenta o estudo estatístico com o cálculo da média, mediana e desvio padrão dos consumos diários de energia eléctrica dos contadores da residência, durante a semana analisada.

Tabela 48 – Estudo estatístico do consumo diário de energia eléctrica dos contadores dos quadros eléctricos da Residência Masculina Ferragial de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010

Contadores	Média (KWh)	Mediana (KWh)	Desvio padrão (KWh)
1º esquerdo	10,00	10,00	1,53
1º direito	11,71	11,00	2,21
2º esquerdo	18,43	18,00	2,82
2º direito	8,00	8,00	1,53
3º esquerdo	14,00	14,00	1,83
3º direito	8,14	9,00	1,07
Geral	152,43	159,00	15,41
Lavandaria	22,71	14,00	19,37
AQS *	70,56	75,30	11,46

*sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas)

O 2º andar esquerdo foi o apartamento que apresentou o maior consumo médio de energia eléctrica por dia durante a semana (18,43 KWh), assim como, a maior mediana (18,00 KWh) e o maior desvio padrão (2,82 KWh).

O sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas) apresentou um elevado consumo médio por dia de energia eléctrica durante a semana (70,56 KWh). A soma do consumo médio por dia dos apartamentos (70,28 KWh) apresentou um valor similar ao consumo médio por dia do sistema de preparação de AQS.

O consumo global médio de energia eléctrica da residência por dia (quadro geral) correspondeu a aproximadamente 6,7 vezes o consumo médio de energia eléctrica da lavandaria por dia, durante a semana em análise.

Desta forma, a semana analisada foi representativa porque apresentou a mesma correspondência (6,7 vezes) verificada entre o consumo anual global de energia eléctrica da residência e o consumo anual de energia eléctrica da lavandaria, no ano de 2009.

A Tabela 49 e o Gráfico 26 apresentam o consumo de energia eléctrica parcial dos apartamentos, sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas) e dos restantes espaços (posto médico, sala de formação, sala de arrumação e iluminação das escadas), durante a semana analisada.

Tabela 49 – Consumo parcial de energia eléctrica (KWh) da Residência Masculina Ferragial durante a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010

Dia de semana/ Consumo de energia	5º feira 30-09-2010	6º feira 01-10-2010	Sábado 02-10-2010	Domingo 03-10-2010	2º feira 04-10-2010	3ºfeira 05-10-2010	4ºfeira 06-10-2010
Apartamentos (KWh)	69	75	71	66	74	66	71
Sistema de preparação de AQS * (KWh)	81,2	75,3	75,3	65,8	64,8	49,5	82,0
Restantes espaços ** (KWh)	11,8	13,7	12,7	9,2	11,2	8,5	14,0
Total (KWh)	162	164	159	141	150	124	167

*inclui bombas de calor e resistências eléctricas

**inclui posto médico, sala de formação, sala de arrumação e iluminação das escadas

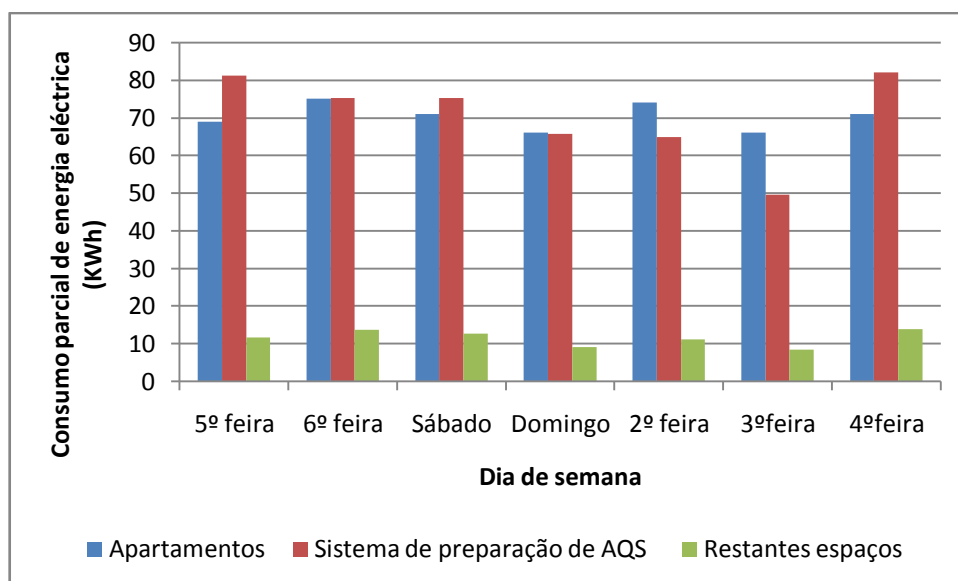


Gráfico 26 – Consumo parcial de energia eléctrica (KWh) da Residência Masculina Ferragial durante a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010

Nota:

Sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas)

Restantes espaços (inclui posto médico, sala de formação, sala de arrumação e iluminação das escadas)

Durante a semana analisada, os maiores consumos de energia eléctrica foram efectuados pelo sistema de preparação de AQS e pelos apartamentos, apresentando um total de 493,9 KWh e de 492 KWh respectivamente, como já tinha sido referido anteriormente.

Desta forma, uma grande parte do consumo de energia eléctrica na residência foi efectuado pela preparação de AQS (46,29%) e pela iluminação e electrodomésticos dos apartamentos (46,11%), uma vez que não existe climatização.

É importante referir, que durante o fim-de-semana e no feriado de 5 de Outubro (3ª feira), a sala de formação, a sala de arrumação e o posto médico se encontravam encerrados.

O consumo de energia eléctrica dos restantes espaços foi apenas efectuado pela iluminação das escadas da residência, que apresentou um consumo de energia eléctrica bastante elevado, apesar dos restantes serviços se encontrarem encerrados.

A Tabela 50 apresenta o consumo diário de AQS produzida no sistema de produção de AQS, a temperatura estimada a partir das medições de água fria efectuadas (água da rede), a temperatura da água quente (reservatório 1 e 2 das bombas de calor) e o número de estudantes residentes durante a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010.

Tabela 50 – Consumo de AQS, temperatura da água fria, temperatura da água quente e a ocupação real da Residência Masculina Ferragial de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010

Dia	Hora	Temperatura da água fria (°C)	Temperatura da água quente (°C)		Consumo de AQS (m ³)	Ocupação real (estudante)
			Reservatório 1	Reservatório 2		
30-09-2010 (5ª feira)	14:40	22	58	50	4,2	48
01-10-2010 (6ª feira)	14:45	22	52	48	4,7	48
02-10-2010 (Sábado)	15:00	-	58	52	3,3	39
03-10-2010 (Domingo)	14:50	-	58	52	3,0	39
04-10-2010 (2ª feira)	15:05	22	58	52	3,7	45
05-10-2010 (3ª feira)	14:20	-	58	52	2,5	45
06-10-2010 (4ª feira)	14:50	22	57	49	4,7	45

Durante a semana analisada, a temperatura média da água da rede foi sempre de 22 °C.

As temperaturas dos reservatórios de água quente sanitária (AQS) revelaram ser as temperaturas esperadas, embora o reservatório 1 apresentasse sempre valores superiores aos do reservatório 2.

O consumo total de água quente sanitária durante a semana foi de 26,10 m³. O consumo médio de água quente sanitária por dia durante a semana foi de 3,73 m³, com uma mediana de 3,70 m³ e um desvio padrão de 0,85 m³.

O Gráfico 27 apresenta a comparação entre o consumo diário de água quente sanitária e a ocupação real diária da Residência Masculina Ferragial durante a semana.

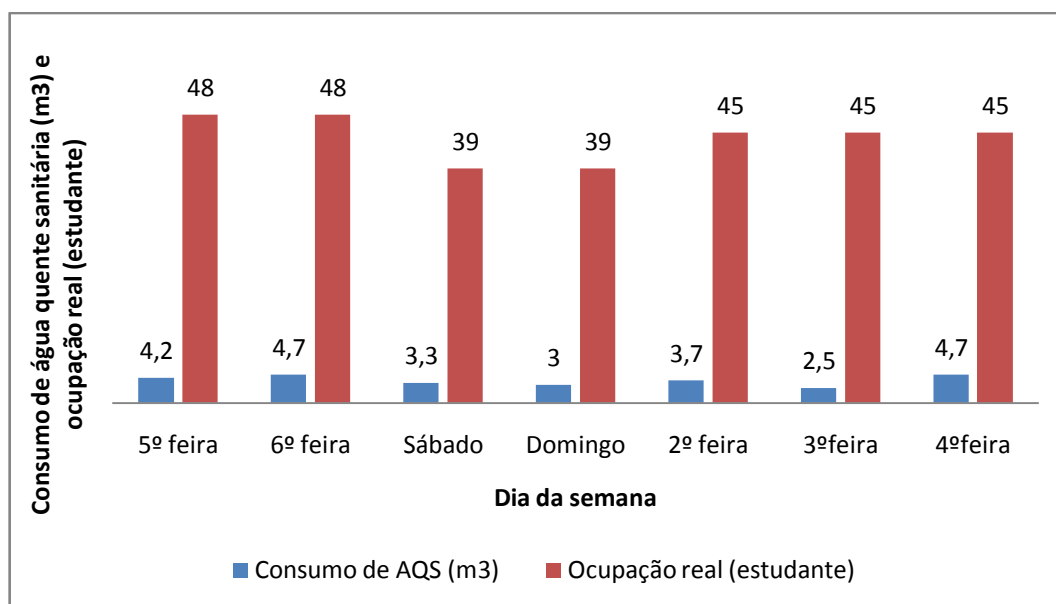


Gráfico 27 - Consumo de água quente sanitária (m^3) e ocupação real (estudante) da Residência Masculina Ferragial durante a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010

O consumo de água quente sanitária acompanhou a ocupação real da residência, com exceção do feriado de 5 de Outubro (3ª feira), que apesar de ter uma ocupação de 45 estudantes, apresentou o consumo de água quente sanitária mais baixo da semana.

Desta forma, existiu uma diminuição do consumo de água quente sanitária durante o fim-de-semana e no feriado. No fim-de-semana coincidiu também com uma menor ocupação da residência.

A seguir apresenta-se a Tabela 51 com o cálculo do consumo de água quente sanitária (AQS) por ocupação real da residência, durante a semana analisada.

Tabela 51 - Consumo de água quente sanitária por ocupação real da residência (litro/estudante.dia) durante a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010

Dia	Consumo de AQS (litro/dia)	Ocupação real (estudante)	Consumo de AQS/ ocupação real (litro/estudante.dia)
30-09-2010 (5ª feira)	4200	48	87,50
01-10-2010 (6ª feira)	4700	48	97,92
02-10-2010 (Sábado)	3300	39	84,61
03-10-2010 (Domingo)	3000	39	76,92
04-10-2010 (2ª feira)	3700	45	82,22
05-10-2010 (3ª feira)	2500	45	55,55
06-10-2010 (4ª feira)	4700	45	104,44

No dia 6 de Outubro (4ª feira) obteve-se o maior consumo de água quente sanitária por ocupação real da residência (104,44 litro/estudante.dia). O consumo médio de água quente sanitária por ocupação real da residência foi de 84,17 litro/estudante.dia, a mediana foi de 84,61 litro/estudante.dia e o desvio padrão foi de 15,74 litro/estudante.dia.

A seguir apresenta-se a comparação da energia despendida com sistemas convencionais de preparação de AQS durante uma semana, considerando os valores de referência do RCCTE com os valores medidos durante a semana em análise.

O cálculo da energia despendida com sistemas convencionais de preparação de AQS durante uma semana (Q_a), considerando os valores de referência do RCCTE, poderá ser efectuado através da seguinte expressão:

$$Q_a = \frac{MAQS \times 4187 \times \Delta t \times nd}{3600000} \text{ [KWh/semana]} \quad (3)$$

Onde:

- M_{AQS} – consumo médio diário de AQS de referência do RCCTE (40 l x número de ocupantes);
- Δt – aumento de temperatura necessário para preparar as AQS de referência do RCCTE (45°C);
- n_d – número de dias de consumo de AQS (7 dias).

O número médio de ocupantes da Residência Masculina Ferragial durante a semana analisada foi de 44 estudantes.

Desta forma, a energia despendida com sistemas convencionais de preparação de AQS poderá ser de aproximadamente 644,80 KWh durante uma semana.

Durante a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010, a energia despendida com o sistema de preparação de AQS (Q_a) poderá ser calculada pela expressão anterior, considerando:

- M_{AQS} – consumo médio diário de AQS (84,17 l x 44 estudante);
- Δt – aumento de temperatura necessário para preparar as AQS (31,85 °C);
- n_d – número de dias de consumo de AQS (7 dias).

O valor Δt foi obtido através da diferença entre a média das temperaturas da água quente (dos dois reservatórios do sistema de preparação de AQS) e da temperatura da água fria (22°C) para a semana referida.

A energia despendida com o sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas) foi de 960,32 KWh durante a semana referida. Desta forma, os ocupantes da residência estão a consumir aproximadamente mais 50% do que o valor referenciado pelo RCCTE.

A seguir apresenta-se a equação para o cálculo da eficiência do sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas) da Residência Masculina Ferragial.

$$\epsilon = \frac{\text{Energia útil}}{\text{Energia final}} \quad (4)$$

Onde:

- ϵ – eficiência do sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas)
- Energia útil – energia necessária para o aquecimento de água [KWh]
- Energia final – energia consumida para o aquecimento de água [KWh]

Para calcular a energia necessária para o aquecimento de água temos a seguinte equação:

$$Q_{aq} = v \times \rho \times C_p \times (T_q - T_f) \quad (5)$$

Onde:

- Q_{aq} – energia necessária para o aquecimento de água [Kj]
- v – consumo de água quente sanitária [m^3]
- ρ – massa específica da água ≈ 1000 [Kg/m^3] (Çengel, 1998)
- C_p – calor específico da água = 4,18 [$Kj/Kg^\circ C$] (Çengel, 1998)
- T_q – temperatura da água quente à saída (média das temperaturas dos dois reservatórios de água quente) [$^\circ C$]
- T_f – temperatura da água fria à entrada (temperatura da água da rede de 22 $^\circ C$) [$^\circ C$]

A Tabela 52 apresenta o cálculo da eficiência do sistema de preparação de AQS durante a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010.

Tabela 52 – Eficiência do sistema de preparação de AQS durante a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010

Dia	T _q (°C)	T _r (°C)	v (m ³)	Energia útil (KWh)	Energia final (KWh)	ε
30-09-2010 (5ª feira)	54	22	4,2	156,05	81,20	1,92
01-10-2010 (6ª feira)	50	22	4,7	152,80	75,30	2,03
02-10-2010 (Sábado)	55	22	3,3	126,44	75,30	1,68
03-10-2010 (Domingo)	55	22	3,0	114,95	65,80	1,75
04-10-2010 (2ª feira)	55	22	3,7	141,77	64,80	2,19
05-10-2010 (3ª feira)	55	22	2,5	95,79	49,50	1,93
06-10-2010 (4ª feira)	53	22	4,7	169,17	82,00	2,06

O sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas) apresentou a maior eficiência no dia 4 de Outubro (2,19). A eficiência média do sistema de preparação de AQS foi de 1,94. A mediana e o desvio padrão foram de 1,93 e de 0,18 respectivamente.

Desta forma, através da energia consumida foi possível obter aproximadamente o dobro da energia necessária para a preparação de água quente sanitária, ou seja, as bombas de calor produziram aproximadamente o dobro de energia que consumiram.

Apesar de utilizar a energia eléctrica como fonte para a produção de água quente sanitária, o recurso à bomba de calor é energeticamente mais vantajoso do que a simples resistência eléctrica.

Semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010

Posteriormente, foi efectuada uma terceira campanha de registo manual diário de valores dos contadores dos quadros eléctricos (Tabela 5 do Anexo V) e de parâmetros do sistema de preparação de AQS (Tabela 6 do Anexo V).

Os registos foram efectuados durante oito dias, entre as 14:00 e 15:00 horas aproximadamente, com início a 24 de Novembro até 1 de Dezembro de 2010.

A média da temperatura da água da rede, através da sua medição nos três andares da residência, durante alguns dias e recorrendo a um termómetro de mercúrio, foi de 17,1 °C.

A Tabela 53 apresenta o consumo diário e total de energia eléctrica dos contadores dos quadros eléctricos e a Tabela 54 apresenta a ocupação real da Residência Masculina Ferragial durante uma semana.

Tabela 53 – Consumo de energia eléctrica (KWh) da Residência Masculina Ferragial durante a semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010

Dia de semana/ Consumo de energia	5ª feira 25-11-2010	6ª feira 26-11-2010	Sábado 27-11-2010	Domingo 28-11-2010	2ª feira 29-11-2010	3ªfeira 30-11-2010	4ªfeira 01-12-2010	Total
1º esquerdo (KWh)	12	10	11	13	11	12	54	123
1º direito (KWh)	17	17	42	48	48	18	13	203
2º esquerdo (KWh)	38	41	47	40	42	28	45	281
2º direito (KWh)	20	13	33	26	64	24	12	192
3º esquerdo (KWh)	14	15	18	19	24	37	42	169
3º direito (KWh)	20	20	12	29	36	44	26	187
Geral (KWh)	305	283	288	331	406	341	350	2304
Lavandaria (KWh)	47	56	18	-	47	27	7	202
AQS * (KWh)	164,9	147,5	111,7	144,4	160,1	155,9	143,5	1028

*sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas)

Tabela 54 – Ocupação real (estudante) da Residência Masculina Ferragial durante a semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010

Dia de semana/ Ocupação real	5ª feira 25-11-2010	6ª feira 26-11-2010	Sábado 27-11-2010	Domingo 28-11-2010	2ª feira 29-11-2010	3ªfeira 30-11-2010	4ªfeira 01-12-2010
1º esquerdo (estudante)	8	8	6	6	8	8	8
1º direito (estudante)	9	9	11	11	9	9	9
2º esquerdo (estudante)	9	9	8	8	9	9	9
2º direito (estudante)	9	9	9	8	8	8	8
3º esquerdo (estudante)	10	11	8	8	12	12	12
3º direito (estudante)	10	10	8	8	10	10	10
Total (estudante)	55	56	50	49	56	56	56

A Residência Masculina Ferragial apresentou uma taxa de ocupação real um pouco abaixo da sua ocupação nominal (14 estudantes por apartamento). Por outro lado, verificou-se uma diminuição da ocupação real durante o fim-de-semana.

Durante esta semana, o consumo de energia eléctrica total foi sempre superior em todos os contadores individuais, ao consumo de energia eléctrica total da semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro. No caso dos apartamentos, do sistema de preparação de AQS e do consumo global da residência, o consumo de energia eléctrica total foi de aproximadamente o dobro.

Tal como na semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro, o 2º andar esquerdo foi o apartamento que apresentou o maior consumo total de energia eléctrica (281 KWh). No entanto, não foi o que apresentou o maior número de estudantes. Pelo contrário, foi o 3º andar esquerdo e com um dos mais baixos consumos de energia eléctrica (169 KWh).

O sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas) e os apartamentos também apresentaram um próximo consumo de energia eléctrica total, com um valor de 1028 KWh e de 1155 KWh respectivamente. Os restantes espaços (posto médico, sala de formação, sala de arrumação e iluminação das escadas) apresentaram um valor total de 121 KWh.

Desta forma, o sistema de preparação de AQS, os apartamentos e os restantes espaços representam respectivamente 44,62%, 50,13% e 5,25% do consumo total de energia eléctrica durante a semana analisada (Gráfico 28).

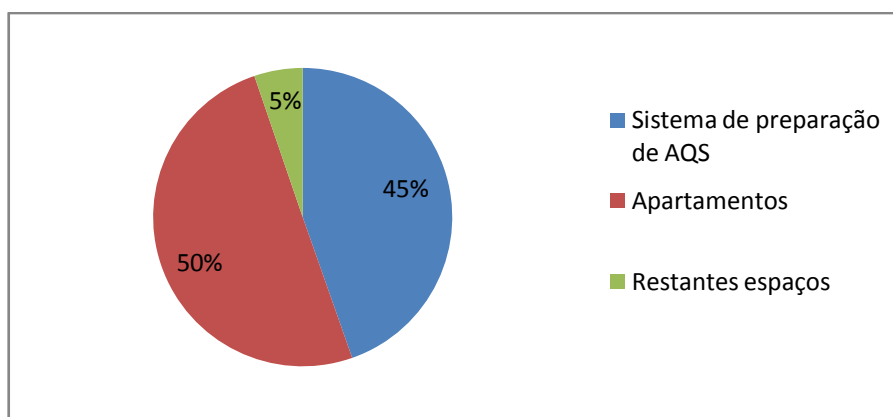


Gráfico 28 – Percentagens de consumos de energia eléctrica durante a semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010

É importante realçar que o consumo de energia eléctrica total do sistema de preparação de AQS da semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro (1028 KWh) foi semelhante ao da semana de 20 a 26 de Abril (1131,1 KWh).

Durante estas duas semanas, a temperatura da água da rede encontrava-se mais baixa, o que conduziu a uma maior quantidade de energia para a preparação de AQS, em conjunto com uma possível maior utilização de água quente, típico do início de Inverno ou Primavera.

Pelas razões opostas e devido a menor ocupação real da semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro, o consumo de energia eléctrica total do sistema de preparação de AQS foi menos do dobro (493,9 KWh) do que o das outras duas semanas referidas.

A Tabela 55 apresenta o estudo estatístico com o cálculo da média, mediana e desvio padrão dos consumos diários de energia eléctrica dos contadores da residência, durante a semana analisada.

Tabela 55 – Estudo estatístico do consumo diário de energia eléctrica dos contadores dos quadros eléctricos da Residência Masculina Ferragial de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010

Contadores	Média (KWh)	Mediana (KWh)	Desvio padrão (KWh)
1º esquerdo	17,57	12,00	16,09
1º direito	29,00	18,00	16,10
2º esquerdo	40,14	41,00	6,15
2º direito	27,43	24,00	17,72
3º esquerdo	24,14	19,00	11,07
3º direito	26,71	26,00	10,78
Geral	329,14	331,00	42,60
Lavandaria	33,67	37,00	19,26
AQS *	146,86	147,50	17,49

*sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas)

O 2º andar esquerdo foi o apartamento que apresentou o maior consumo médio de energia eléctrica por dia durante a semana (40,14 KWh), a maior mediana (41,00 KWh) e o menor desvio padrão (6,15 KWh). O 2º andar direito apresentou o maior desvio padrão (17,72 KWh).

O sistema de preparação de AQS apresentou um elevado consumo médio por dia de energia eléctrica durante a semana (146,86 KWh). A soma do consumo médio por dia dos apartamentos (164,99 KWh) apresentou um valor um pouco superior ao consumo médio por dia do sistema de preparação de AQS.

O consumo global médio de energia eléctrica da residência por dia (quadro geral) correspondeu a aproximadamente 9,8 vezes o consumo médio de energia eléctrica da lavandaria por dia. Desta forma, esta semana não foi tão representativa como as semanas de 30 de Setembro a 6 de Outubro e de 20 a 26 de Abril de 2010.

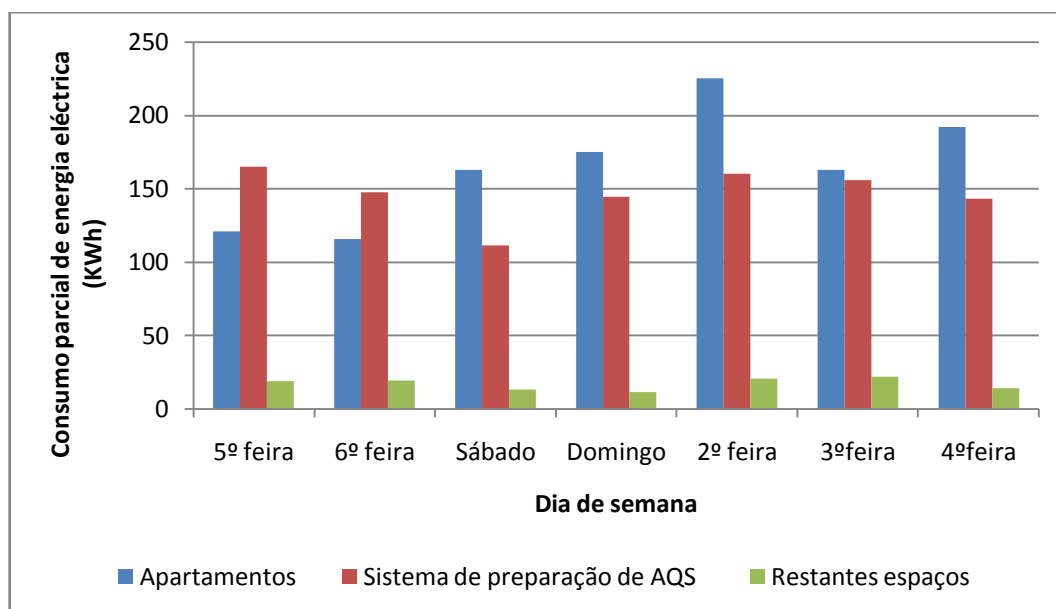
A Tabela 56 e o Gráfico 29 apresentam o consumo de energia eléctrica parcial dos apartamentos, do sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas) e dos restantes espaços (posto médico, sala de formação, sala de arrumação e iluminação das escadas).

Tabela 56 – Consumo parcial de energia eléctrica (KWh) da Residência Masculina Ferragial durante a semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010

Dia de semana/ Consumo de energia	5º feira 25-11-2010	6º feira 26-11-2010	Sábado 27-11-2010	Domingo 28-11-2010	2º feira 29-11-2010	3ºfeira 30-11-2010	4ºfeira 01-12-2010
Apartamentos (KWh)	121	116	163	175	225	163	192
Sistema de preparação de AQS * (KWh)	164,9	147,5	111,7	144,4	160,1	155,9	143,5
Restantes espaços ** (KWh)	19,1	19,5	13,3	11,6	20,9	22,1	14,5
Total (KWh)	305	283	288	331	406	341	350

*inclui bombas de calor e resistências eléctricas

**inclui posto médico; sala de formação, sala de arrumação e iluminação das escadas

**Gráfico 29** – Consumo parcial de energia eléctrica (KWh) da Residência Masculina Ferragial durante a semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010**Nota:**

Sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas)

Restantes espaços (posto médico, sala de formação, sala de arrumação e iluminação das escadas)

Durante a semana analisada, os maiores consumos de energia eléctrica foram efectuados pelo sistema de preparação de AQS e pelos apartamentos, apresentando um total de 1028 KWh e de 1155 KWh respectivamente e com valores similares, como já tinha sido referido anteriormente.

Desta forma, tal como na semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro, uma grande parte do consumo de energia eléctrica na residência foi efectuado pela preparação de água quente sanitária (44,62%), e pela iluminação e electrodomésticos dos apartamentos (50,13%), uma vez que não existe climatização.

É importante referir, que durante o fim-de-semana e no feriado de 1 de Dezembro (4ª feira), a sala de formação, a sala de arrumação e o posto médico encontravam-se encerrados.

Desta forma, tal como na semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro, o consumo de energia eléctrica dos restantes espaços foi apenas efectuado pela iluminação das escadas da residência, que apresentou um consumo de energia eléctrica bastante elevado, apesar dos restantes serviços se encontrarem encerrados.

A Tabela 57 apresenta o consumo diário de água quente sanitária produzida no sistema de preparação de AQS, a temperatura estimada de água fria (água da rede), a temperatura da água quente (reservatório 1 e 2 das bombas de calor) e o número de estudantes residentes durante a semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010.

Tabela 57 – Consumo de AQS, temperatura da água fria, temperatura da água quente e ocupação real da Residência Masculina Ferragial de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010

Dia	Hora	Temperatura da água fria (°C)	Temperatura da água quente (°C)		Consumo de AQS (m ³)	Ocupação real (estudante)
			Reservatório 1	Reservatório 2		
25-11-2010 (5ª feira)	15:00	17,1	58	54	6,8	55
26-11-2010 (6ª feira)	14:50	17,1	58	55	5,8	56
27-11-2010 (Sábado)	14:55	-	58	55	4,3	50
28-11-2010 (Domingo)	14:55	-	58	55	5,1	49
29-11-2010 (2ª feira)	15:00	17,1	55	50	6,4	56
30-11-2010 (3ª feira)	15:00	17,1	55	50	5,8	56
01-12-2010 (4ª feira)	15:00	-	57	55	5,1	56

Durante a semana analisada, a temperatura da água da rede foi sempre de 17,1 °C. As temperaturas dos reservatórios de água quente sanitária (AQS) revelaram ser as temperaturas esperadas, embora o reservatório 1 apresentasse sempre valores superiores aos do reservatório 2.

O consumo total de água quente sanitária durante esta semana foi de 39,3 m³, que foi superior ao da semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro, que apresentou um valor de 26,10 m³.

O consumo médio de água quente sanitária por dia durante esta semana foi de 5,61 m³ e a mediana de 5,80 m³. Estes valores foram superiores aos da semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro, que apresentou um consumo médio de água quente sanitária por dia de 3,73 m³ e uma mediana de 3,70 m³. Já o desvio padrão foi igual para ambas as semanas e com um valor de 0,85 m³.

O Gráfico 30 apresenta a comparação entre o consumo diário de água quente sanitária e a ocupação real diária da Residência Masculina Ferragial, durante a semana analisada.

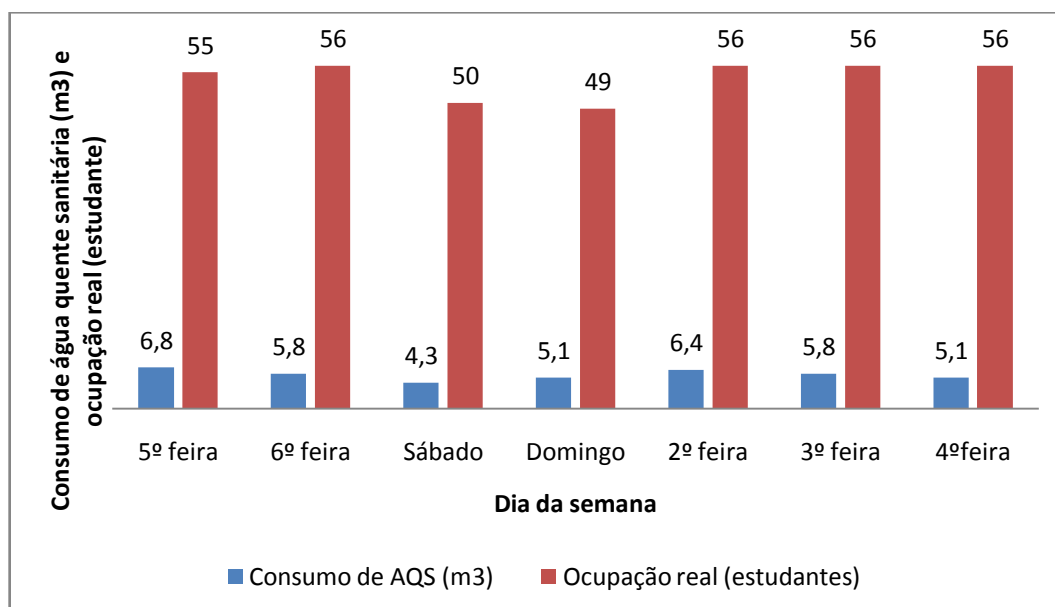


Gráfico 30 - Consumo de água quente sanitária (m³) e ocupação real (estudante) da Residência Masculina Ferragial durante a semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010

O consumo de água quente sanitária acompanhou a ocupação real da residência, com exceção do feriado de 1 de Dezembro (4ª feira), que apesar de ter uma ocupação de 56 estudantes, apresentou um consumo de água quente sanitária igual ao de Domingo.

Desta forma, existiu uma diminuição do consumo de água quente sanitária durante o fim-de-semana e no feriado. No fim-de-semana coincidiu também com uma menor ocupação da residência.

A seguir apresenta-se a Tabela 58 com o cálculo do consumo de água quente sanitária (AQS) por ocupação real da residência.

Tabela 58 - Consumo de água quente sanitária por ocupação real da residência (litro/estudante.dia) durante a semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010

Dia	Consumo de AQS (litro/dia)	Ocupação real (estudante)	Consumo de AQS/ ocupação real (litro/estudante.dia)
25-11-2010 (5ª feira)	6800	55	123,64
26-11-2010 (6ª feira)	5800	56	103,57
27-11-2010 (Sábado)	4300	50	86,00
28-11-2010 (Domingo)	5100	49	104,08
29-11-2010 (2ª feira)	6400	56	114,29
30-11-2010 (3ª feira)	5800	56	103,57
01-12-2010 (4ª feira)	5100	56	91,07

No dia 25 de Novembro (5ª feira) obteve-se o maior consumo de água quente sanitária por ocupação real da residência (123,64 litro/estudante.dia). O consumo médio de água quente sanitária por ocupação real da residência foi de 103,75 litro/estudante.dia, a mediana foi de 103,57 litro/estudante.dia e o desvio padrão foi de 12,80 litro/estudante.dia.

Durante a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro o consumo médio de água quente sanitária por ocupação real da residência (84,17 litro/estudante.dia) e a

mediana (84,61 litro/estudante.dia) foram inferiores aos valores obtidos durante a semana analisada, que apresentou uma ocupação real um pouco superior.

Por outro lado, durante a semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro, as temperaturas foram mais baixas, com a temperatura da água da rede também mais baixa e com a consequente maior necessidade de utilização de água quente.

Através da equação 3 e considerando os valores de referência do RCCTE, a energia despendida com sistemas convencionais de preparação de AQS durante uma semana (Q_a) poderá ser de aproximadamente 791,34 KWh.

O número médio de ocupantes da Residência Masculina Ferragial na semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010 foi de 54 estudantes.

Durante a semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010, a energia despendida com o sistema de preparação de AQS (Q_a) poderá ser calculada através da equação utilizada anteriormente, considerando:

- M_{AQS} – consumo médio diário de AQS (103,75 l x 54 estudante);
- Δt_3 – aumento de temperatura necessário para preparar as AQS (38,11°C);
- n_d – número de dias de consumo de AQS (7 dias).

O valor Δt foi obtido através da diferença entre a média das temperaturas da água quente (dos dois reservatórios do sistema de preparação de AQS) e da temperatura da água fria (17,1°C) para a semana referida.

A energia despendida com o sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas) foi de aproximadamente 1738,28 KWh durante a semana referida. Desta forma, os ocupantes da residência estão a consumir aproximadamente um pouco mais do dobro do valor referenciado pelo RCCTE.

Por outro lado, a energia despendida com o sistema de preparação de AQS foi quase o dobro do valor obtido para a semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro de 2010 (960,32 KWh).

A Tabela 59 apresenta o cálculo da eficiência do sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas), durante a semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010.

Tabela 59 – Eficiência do sistema de preparação de AQS durante a semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010

Dia	T _q (°C)	T _f (°C)	v (m ³)	Energia útil (KWh)	Energia final (KWh)	ε
25-11-2010 (5º feira)	56	17,1	6,8	307,1	164,9	1,86
26-11-2010 (6º feira)	56,5	17,1	5,8	265,3	147,5	1,80
27-11-2010 (Sábado)	56,5	17,1	4,3	196,7	111,7	1,76
28-11-2010 (Domingo)	56,5	17,1	5,1	233,3	144,4	1,61
29-11-2010 (2º feira)	52,5	17,1	6,4	263,1	160,1	1,64
30-11-2010 (3º feira)	52,5	17,1	5,8	238,4	155,9	1,53
01-12-2010 (4º feira)	56	17,1	5,1	230,3	143,5	1,60

O sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas) apresentou a maior eficiência no dia 25 de Novembro e com um valor de 1,86.

A eficiência média do sistema de preparação de AQS durante a semana analisada foi de 1,69 , apresentando um valor um pouco inferior ao da semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro, que foi de 1,94.

A mediana e o desvio padrão da semana analisada foram de 1,64 e de 0,12 respectivamente. O valor da mediana foi um pouco inferior ao da semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro, que apresentou um valor de 1,93.

Desta forma, através da energia consumida foi possível obter aproximadamente um pouco menos do dobro da energia necessária para a preparação de água quente sanitária, ou seja, as bombas de calor produziram aproximadamente um pouco menos do dobro de energia que consumiram.

5.1.2 - Medição de consumos de energia eléctrica através do analisador de energia eléctrica no contador do quadro eléctrico do sistema de preparação de AQS

Inicialmente foi planeada a colocação do aparelho analisador de energia eléctrica no quadro eléctrico da lavandaria, do apartamento do 3º andar direito e do sistema de preparação de AQS. No entanto, as medições de consumos de energia eléctrica apenas foram efectuadas neste último sistema.

Na lavandaria não foi possível instalar o analisador de energia eléctrica, porque o equipamento era demasiado grande, impedindo que se efectuassem as ligações nos cabos do quadro eléctrico.

Para a medição de consumos eléctricos dos apartamentos, foi seleccionado o 3º andar direito, por ser o último andar da residência. O analisador de energia eléctrica foi instalado no dia 20 de Abril de 2010, permanecendo ligado durante aproximadamente duas semanas (Figura 12 do Anexo III).

No entanto, não foi possível efectuar esta medição porque o aparelho se encontrava danificado. Devido ao tempo limitado para a realização do presente trabalho, não foi possível apresentar este estudo.

Período de 7 a 20 de Julho de 2010

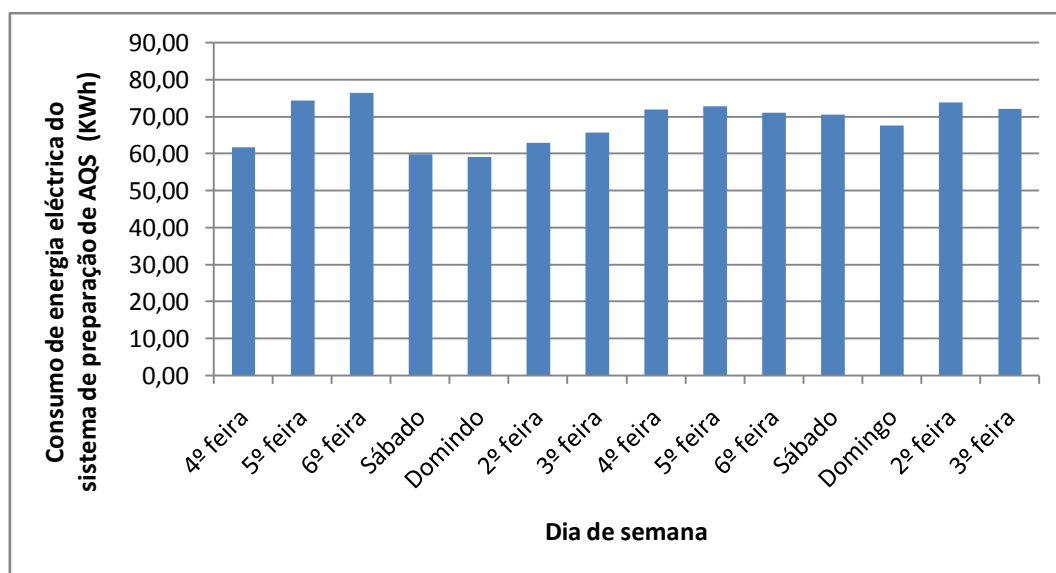
Para a medição de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS, foi instalado outro analisador de energia eléctrica no respectivo quadro eléctrico (Figura 13 do Anexo III), entre o dia 7 e 20 de Julho de 2010.

Na Tabela 60 encontram-se os valores diários do consumo de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS, ao longo de 14 dias. Durante este período, apresentou um consumo de energia eléctrica total de 959,15 KWh.

Tabela 60 – Consumo de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS (KWh) da Residência Masculina Ferragial de 7 a 20 de Julho de 2010

Data	Dia da semana	Consumo de energia eléctrica (KWh)
07-07-2010	4º feira	61,69
08-07-2010	5º feira	74,29
09-07-2010	6º feira	76,41
10-07-2010	Sábado	59,81
11-07-2010	Domingo	59,15
12-07-2010	2º feira	62,81
13-07-2010	3º feira	65,65
14-07-2010	4º feira	71,89
15-07-2010	5º feira	72,69
16-07-2010	6º feira	71,05
17-07-2010	Sábado	70,51
18-07-2010	Domingo	67,46
19-07-2010	2º feira	73,71
20-07-2010	3º feira	72,02

Através do Gráfico 31 é possível verificar que existiu uma diminuição do consumo de energia eléctrica deste sistema, tendencialmente no fim-de-semana.

**Gráfico 31** – Consumo de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS (KWh) da Residência Masculina Ferragial de 7 a 20 de Julho de 2010

Para analisar os resultados obtidos foi efectuado um estudo estatístico através do cálculo da média, mediana e desvio padrão.

O consumo médio de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS por dia foi de 68,51 KWh. O valor da mediana para os consumos de energia eléctrica deste sistema por dia foi de 70,78 KWh e o desvio padrão foi de 5,73 KWh.

Neste período de tempo, o consumo médio de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS por dia (68,51 KWh) foi aproximado ao da semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro (70,56 KWh). No entanto, foi cerca de metade do consumo médio obtido durante a semana de 20 à 26 de Abril (161,59 KWh) e da semana de 25 de Novembro a 1 de Dezembro (146,86 KWh).

Provavelmente, a diminuição do consumo de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS surge porque a estação do ano é mais quente, com a água da rede também com temperaturas mais elevadas, levando a uma diminuição na utilização de água quente para o duche ou para as lavagens no geral, bem como a um decréscimo de energia necessária a sua produção.

Por outro lado, a diminuição de consumo também poderá estar relacionada com a menor ocupação da residência, porque nesta época do ano alguns estudantes já terminaram as aulas ou se encontram em período de exames.

Período de 18 de Novembro até 1 de Dezembro de 2010

Posteriormente, foi efectuada mais uma campanha de medição de consumos de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS, através do analisador de energia eléctrica.

Na Tabela 61 encontram-se os valores diários de consumo de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS, ao longo de 14 dias, com início a 18 de Novembro até 1 de Dezembro de 2010.

Durante este período, o sistema apresentou um consumo de energia eléctrica total de 1832,31 KWh. Este valor foi aproximadamente o dobro do obtido durante as medições efectuadas de 7 a 20 de Julho de 2010 (959,15 KWh).

Tabela 61 – Consumo de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS (KWh) da Residência Masculina Ferragial de 18 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010

Data	Dia da semana	Consumo de energia eléctrica (KWh)
18-11-2010	5º feira	128,16
19-11-2010	6º feira	100,58
20-11-2010	sábado	105,41
21-11-2010	Domingo	103,24
22-11-2010	2º feira	93,72
23-11-2010	3º feira	122,17
24-11-2010	4º feira	142,95
25-11-2010	5º feira	151,36
26-11-2010	6º feira	143,45
27-11-2010	Sábado	125,55
28-11-2010	Domingo	147,96
29-11-2010	2º feira	148,88
30-11-2010	3º feira	162,06
01-12-2010	4º feira	156,82

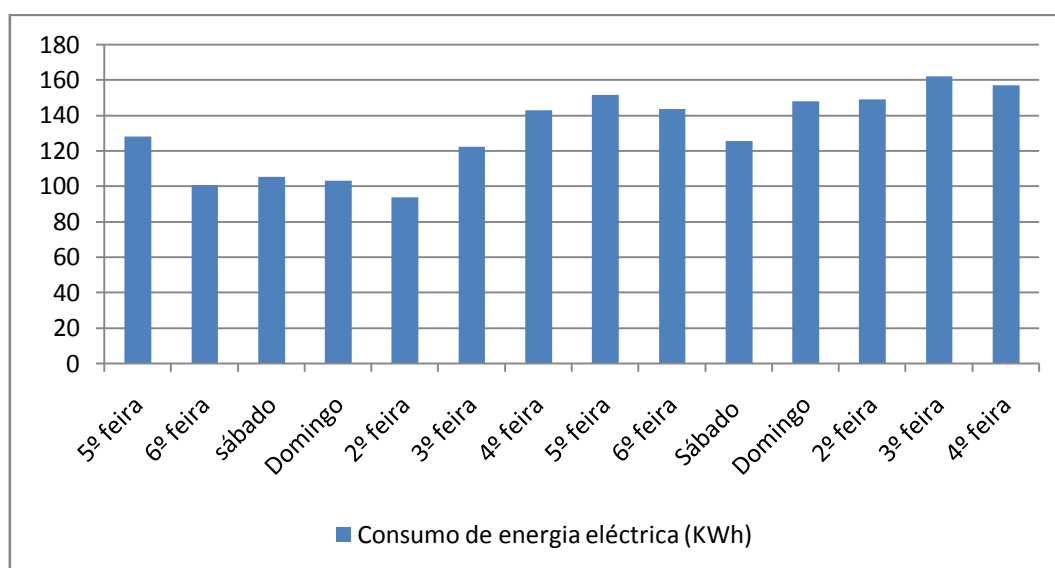


Gráfico 32 – Consumo de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS (KWh) da Residência Masculina Ferragial de 18 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010

Para analisar os resultados obtidos foi efectuado igualmente um estudo estatístico através do cálculo da média, mediana e desvio padrão.

O consumo médio de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS por dia foi de 130,88 KWh. O valor da mediana para os consumos de energia eléctrica deste sistema por dia foi de 135,56 KWh. O desvio padrão foi de 22,88 KWh.

O valor do consumo médio de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS foi de aproximadamente o dobro do obtido durante as medições de 7 a 20 de Julho de 2010 (68,51 KWh), assim como, a mediana (70,78 KWh). Já o desvio padrão apresentou um valor superior ao obtido nas referidas medições (5,73 KWh).

Desta forma, verificou-se o oposto observado nas medições de 7 a 20 de Julho. Provavelmente, este aumento de consumo de energia eléctrica do sistema de preparação de AQS surge porque a estação do ano é mais fria, com a temperatura da água da rede também mais baixa, levando a um aumento na utilização de água quente, com o conseqüente aumento de energia necessária para a sua produção.

No início destas medições existiu um problema com o funcionamento das bombas de calor, que foi resolvido após o primeiro fim-de-semana, justificando assim, os menores consumos de energia eléctrica. Desta forma, a análise destes dados apenas será representativa após o primeiro fim-de-semana.

Através do Gráfico 32 verificou-se que existiu uma diminuição do consumo de energia eléctrica no fim-de-semana, justificada pela menor ocupação da Residência Masculina Ferragial, uma vez que, muitos estudantes se deslocam para as suas residências durante este período de tempo.

5.1.3 – Estudo de alternativas ao sistema de preparação de AQS

Na Residência Masculina Ferragial, o consumo total de energia eléctrica em 2009 foi de 93379 KWh, sem contabilizar a lavandaria. Considerando que aproximadamente 45,46% da energia eléctrica total foi utilizada para a preparação de AQS (média dos valores obtidos na semana de 30 de Setembro a 6 de Outubro e 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010), a energia final global poderá ser de aproximadamente 42450,09 KWh.

A energia útil global, tendo como referência o ano de 2009, poderá ser calculada através da seguinte equação:

$$\text{Energia útil} = \text{Energia final} \times \epsilon \quad (6)$$

Considerando que:

- Energia útil – energia total necessária para o aquecimento de água em 2009 [KWh]
- Energia final – energia total consumida para o aquecimento de água em 2009 [KWh]
- ϵ - eficiência média do sistema de preparação de AQS de 1,81 (valor obtido através da média das semanas de 30 de Setembro a 6 de Outubro e 25 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010)

Desta forma, a energia útil para a preparação de AQS, em 2009, poderá ser de aproximadamente de 76834,66 KWh.

Caldeira

Se em vez das bombas de calor fosse utilizada uma caldeira para a preparação de água quente sanitária, a energia final, tendo como referência o ano de 2009, poderia ser calculada através da seguinte equação:

$$\text{Energia final} = \frac{\text{Energia útil}}{\text{PCI} \times \epsilon} \quad (7)$$

Considerando que:

- Energia final – consumo total de gás propano pela caldeira em 2009 [m^3]
- Energia útil – energia total necessária para o aquecimento de água em 2009 [KWh]
- PCI do propano = 23,57 [KWh/ m^3] (Tabela 62)
- ϵ – eficiência média da caldeira = 0,85

Tabela 62 - Cálculos auxiliares do PCI do propano

Gás utilizado	Propano
PCI (KWh/kg)	12,88 KWh/kg *
Massa específica - ρ	1,83 kg/m ³ *
PCI (KWh/m ³)	23,57 KWh/m ³

*(Çengel, 1998)

Como já foi referido anteriormente a energia útil global, ou seja, a energia total necessária para o aquecimento de água para 2009, poderia ser de aproximadamente de 76834,66 KWh. Desta forma, a energia final, ou seja, o consumo total de gás propano pela caldeira para a preparação de água quente sanitária em 2009 poderia ser de aproximadamente 3835,12 m³.

Considerando o preço específico do propano de 5,29 euro/m³ (valor retirado das facturas de gás da Residência Masculina Ferragial em 2009), o custo total de gás propano em 2009 poderia ser de aproximadamente 20287,78 euro.

A Residência Masculina Ferragial apresentou um custo total de electricidade de 11745,91 euro em 2009, sem contabilizar a lavandaria. Considerando que 45,46% da energia eléctrica total foi utilizada pelo sistema de preparação de AQS (bombas de calor e respectivas resistências eléctricas), obteve-se um custo total de aproximadamente 5339,70 euro para a preparação de AQS.

Segundo estes cálculos o custo total de gás propano pela caldeira para a preparação de AQS seria cerca de 4 vezes superior ao custo de energia total consumida pelo sistema de preparação de AQS (bombas de calor e resistências eléctricas) utilizado na Residência Masculina Ferragial em 2009.

Colectores solares

No Anexo V apresenta-se a estimativa do desempenho de um sistema solar térmico, com 30 módulos (66,3 m²), com utilização de caldeira a gás para a energia de apoio, em substituição das actuais bombas de calor e respectivas resistências eléctricas, e com uma fracção solar de 74,6%. Este estudo foi efectuado através do programa Solterm.

Foi possível verificar que só para o apoio de caldeira a gás de rendimento de 0,85, estimou-se um gasto de aproximadamente 5179,23 euro. Este valor foi semelhante ao valor que se pagou em 2009 para todo o sistema de preparação de AQS que foi de aproximadamente 5339,70 euro.

Atendendo a que seria ainda necessário investir no sistema solar térmico cerca de 50000 euro (700 euro/m²), este investimento não se justificaria, quando analisado do ponto de vista económico.

Desta forma, através do estudo destes dois exemplos é possível concluir que o sistema de preparação de AQS utilizado na Residência Masculina Ferragial, que inclui bombas de calor e respectivas resistências eléctricas, é o mais adequado com vista a poupança económica.

5.2 - Medição de parâmetros de conforto térmico e de iluminância

As medições de conforto térmico e de iluminância foram efectuadas em duas campanhas de medições. A primeira nos dias 18 e 19 de Maio e a segunda no dia 6 de Setembro de 2010.

A **medição de parâmetros de conforto térmico** foi efectuada em várias habitações da residência, para amostragem, através de um medidor de parâmetros externos de conforto térmico de marca *Brüel & Kjaer*, modelo *Type 1213* (Indoor Climate Analyzer) (Figura 14 do Anexo III).

A **medição de iluminância** foi efectuada através de um luxímetro de marca *Testo*, modelo *545* (Figura 15 do Anexo III), em várias habitações da residência, para amostragem.

Ambas as medições foram efectuadas em simultâneo e com os aparelhos a uma altura de aproximadamente 1 metro, a partir do solo.

Para a **medição de parâmetros de conforto térmico e de iluminância** na Residência Masculina Ferragial, foram efectuadas seis medições em várias habitações do 1º andar direito e do 2º andar esquerdo:

- **1ª medição** – efectuada na sala do 1º andar direito;
- **2ª medição** – efectuada no quarto nº 7 do 1º andar direito;
- **3ª medição** – efectuada no quarto nº 1 do 1º andar direito;
- **4ª medição** – efectuada no quarto nº 24 do 2º andar esquerdo;
- **5ª medição** – efectuada no quarto nº 27 do 2º andar esquerdo;
- **6ª medição** – efectuada na sala do 2º andar esquerdo.

A seguir encontra-se a Tabela 63 com a caracterização da **1ª medição**.

Tabela 63 – Caracterização da 1ª medição (18 de Maio de 2010)

1ª medição	
Dia	18 de Maio de 2010
Início do ensaio	15:45
Fim do ensaio	17:15
Condições atmosféricas	Dia quente com bastante sol, céu limpo e vento moderado
Local	sala
Andar do edifício	1º Direito
Orientação da janela	160º *
Temperatura do bolbo seco, exterior	26ºC
Temperatura do bolbo húmido, exterior	17ºC

*Considerando 0º para o Norte e marcando os ângulos de azimute no sentido dos ponteiros do relógio. As salas da Residência Masculina Ferragial encontram-se orientadas para o mesmo lado.

Em todos os casos, o levantamento dos pontos de medição foi efectuado, atendendo ao critério da zona de maior permanência no espaço.

Foram escolhidos quatro pontos na sala para medir os parâmetros de conforto térmico e a iluminância (Tabela 64). O ponto 1 situa-se na zona de lazer, junto aos sofás e televisão e os pontos 2, 3 e 4 situam-se na zona de estudo, junto às mesas (Figura 1 do Anexo V).

Tabela 64 – Medição de parâmetros de conforto térmico e de iluminância da 1ª medição

Pontos	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Parâmetros de conforto térmico				
Temperatura				
Temperatura média do ar (°C)	24,30	24,30	24,10	24,30
Radiação				
Temperatura média radiante (°C)	25,60	24,80	24,35	24,55
Fluxo médio de radiação (W/m ²)	451,50	447,00	443,00	442,00
Velocidade do ar				
Valor médio (m/s)	0,02	0,04	0,08	0,06
Desvio padrão (m/s)	0,02	0,03	0,06	0,02
Humidade				
Pressão parcial do vapor do ar (Kpa)	3,15	3,12	3,06	3,06
Ponto de orvalho (°C)	24,90	24,70	24,40	24,40
Iluminância				
Luz natural (lux)	482	332	203	204
Luz artificial (lux) *	64	73	66	75

*Existem duas armaduras centradas na sala, com duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W cada uma. O registo de iluminância para luz artificial, foi efectuado com as persianas fechadas e as luzes acesas.

A seguir encontra-se a Tabela 65 com a caracterização da **2ª medição**.

Tabela 65 – Caracterização da 2ª medição (19 de Maio de 2010)

2ª medição	
Dia	19 de Maio de 2010
Hora de início do ensaio	10:00
Hora de fim do ensaio	11:00
Condições atmosféricas	Dia quente com bastante sol, céu limpo e vento moderado
Local	Quarto nº 7
Andar do edifício	1º Direito
Orientação da janela	160º *
Temperatura do bolbo seco, exterior	23°C
Temperatura do bolbo húmido, exterior	17°C

*Considerando 0º para o Norte e marcando os ângulos de azimute no sentido dos ponteiros do relógio. O quarto nº 7 encontra-se orientado para o mesmo lado da sala.

Foram seleccionados dois pontos no quarto nº 7 onde foram medidos os parâmetros de conforto térmico e a iluminância (Tabela 66). O ponto 1 situa-se junto à secretária e o ponto 2 junto às camas (Figura 1 do Anexo V).

Tabela 66 – Medição de parâmetros de conforto térmico e de iluminância da 2ª medição

Pontos	Ponto 1	Ponto 2
Parâmetros de conforto térmico		
Temperatura		
Temperatura média do ar (°C)	23,30	23,50
Radiação		
Temperatura média radiante (°C)	24,55	23,50
Fluxo médio de radiação (W/m ²)	445,50	439,00
Velocidade do ar		
Valor médio (m/s)	0,08	0,07
Desvio padrão (m/s)	0,06	0,05
Humidade		
Pressão parcial do vapor do ar (Kpa)	2,90	2,92
Ponto de orvalho (°C)	23,50	23,60
Iluminância		
Luz natural (lux)	758	250
Luz artificial (lux) *	81	60

*Existe uma armadura centrada no quarto com duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W. O registo de iluminância para luz artificial, foi efectuado com as persianas fechadas e as luzes acesas.

A seguir encontra-se a Tabela 67 com a caracterização da **3ª medição**.

Tabela 67 – Caracterização da 3ª medição (19 de Maio de 2010)

3ª medição	
Dia	19 de Maio de 2010
Hora de início do ensaio	11:00
Hora de fim do ensaio	12:00
Condições atmosféricas	Dia quente com bastante sol, céu limpo e vento moderado
Local	Quarto nº 1
Andar do edifício	1º Direito
Orientação da janela	340º *
Temperatura do bolbo seco, exterior	24°C
Temperatura do bolbo húmido, exterior	18°C

*Considerando 0º para o Norte e marcando os ângulos de azimute no sentido dos ponteiros do relógio. O quarto nº 1 encontra-se orientado para o lado oposto da sala.

Foram seleccionados dois pontos no quarto nº 1 onde foram medidos os parâmetros de conforto térmico e a iluminância (Tabela 68). O ponto 1 situa-se junto às camas e o ponto 2 junto às secretárias (Figura 1 do Anexo V).

Tabela 68 – Medição de parâmetros de conforto térmico e de iluminância da 3ª medição

Pontos	Ponto 1	Ponto 2
Parâmetros de conforto térmico		
Temperatura		
Temperatura do ar (°C)	23,2°C	22,6°C
Radiação		
Temperatura média radiante (°C)	25,25	22,95
Fluxo médio de radiação (W/m ²)	449,50	435,50
Velocidade do ar		
Valor médio (m/s)	0,07	0,05
Desvio padrão (m/s)	0,05	0,02
Humidade		
Pressão parcial do vapor do ar (Kpa)	2,89	2,81
Ponto de orvalho (°C)	23,50	23,00
Iluminância		
Luz natural (lux)	1070	339
Luz artificial (lux) *	75	129

*Existe uma armadura centrada no quarto com duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W. O registo de iluminância para luz artificial, foi efectuado com as persianas fechadas e as luzes acesas.

A seguir encontra-se a Tabela 69 com a caracterização da **4ª medição**.

Tabela 69 – Caracterização da 4ª medição (19 de Maio de 2010)

4ª medição	
Dia	19 de Maio de 2010
Hora de início do ensaio	14:30
Hora de fim do ensaio	15:00
Condições atmosféricas	Dia quente com bastante sol, céu limpo e vento moderado
Local	Quarto nº 24
Andar do edifício	2º Esquerdo
Orientação da janela	340º *
Temperatura do bolbo seco, exterior	28°C
Temperatura do bolbo húmido, exterior	20°C

*Considerando 0º para o Norte e marcando os ângulos de azimute no sentido dos ponteiros do relógio. O quarto nº 24 encontra-se orientado para o lado oposto da sala.

Foram escolhidos dois pontos no quarto nº 24 onde foram medidos os parâmetros de conforto térmico e a iluminância (Tabela 70). O ponto 1 situa-se junto às camas e o ponto 2 junto às secretárias (Figura 2 do Anexo V).

Tabela 70 – Medição de parâmetros de conforto térmico e de iluminância da 4ª medição

Pontos	Ponto 1	Ponto 2
Parâmetros de conforto térmico		
Temperatura		
Temperatura do ar (°C)	24,90	24,90
Radiação		
Temperatura média radiante (°C)	25,95	24,75
Fluxo médio de radiação (W/m ²)	453	447
Velocidade do ar		
Valor médio (m/s)	0,01	0,09
Desvio padrão (m/s)	0,01	0,06
Humidade		
Pressão parcial do vapor do ar (Kpa)	3,18	3,12
Ponto de orvalho (°C)	25,00	24,70
Iluminância		
Luz natural (lux)	922	238
Luz artificial (lux) *	84	66

*Existe uma armadura centrada no quarto com duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W. O registo de iluminância para luz artificial, foi efectuado com as persianas fechadas e as luzes acesas.

A seguir encontra-se a Tabela 71 com a caracterização da **5ª medição**.

Tabela 71 – Caracterização da 5ª medição (19 de Maio de 2010)

5ª medição	
Dia	19 de Maio de 2010
Hora de início do ensaio	15:15
Hora de fim do ensaio	16:00
Condições atmosféricas	Dia quente com bastante sol, céu limpo e vento moderado
Local	Quarto nº 27
Andar do edifício	2º Esquerdo
Orientação da janela	160º *
Temperatura do bolbo seco, exterior	28°C
Temperatura do bolbo húmido, exterior	17°C

*Considerando 0º para o Norte e marcando os ângulos de azimute no sentido dos ponteiros do relógio. O quarto nº 27 encontra-se orientado para o mesmo lado da sala.

Foram seleccionados dois pontos no quarto nº 27 onde foram medidos os parâmetros de conforto térmico e a iluminância (Tabela 72). Os pontos 1 e 2 encontram-se entre a cama e a secretária (Figura 2 do Anexo V).

Tabela 72 – Medição de parâmetros de conforto térmico e de iluminância da 5ª medição

Pontos	Ponto 1	Ponto 2
Parâmetros de conforto térmico		
Temperatura		
Temperatura do ar (°C)	24,30	23,70
Radiação		
Temperatura média radiante (°C)	25,70	23,70
Fluxo médio de radiação W/m ²	452,50	441,00
Velocidade do ar		
Valor médio (m/s)	0,04	0,03
Desvio padrão (m/s)	0,03	0,03
Humidade		
Pressão parcial do vapor do ar (Kpa)	2,98	2,95
Ponto de orvalho (°C)	24,00	23,80
Iluminância		
Luz natural (lux)	844	318
Luz artificial (lux) *	64	66

*Existe uma armadura centrada no quarto com duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W. O registo de iluminância para luz artificial, foi efectuado com as persianas fechadas e as luzes acesas.

A seguir encontra-se a Tabela 73 com a caracterização da **6ª medição**.

Tabela 73 – Caracterização da 6ª medição (19 de Maio de 2010)

6ª medição	
Dia	19 de Maio de 2010
Hora de início do ensaio	16:20
Hora de fim do ensaio	17:00
Condições atmosféricas	Dia quente com bastante sol, céu limpo e vento moderado
Local	sala
Andar do edifício	2º Esquerdo
Orientação da janela	160º *
Temperatura do bolbo seco, exterior	28,0°C
Temperatura do bolbo húmido, exterior	17,0°C

Considerando 0º para o Norte e marcando os ângulos de azimute no sentido dos ponteiros do relógio. As salas da Residência Masculina Ferragial encontram-se orientadas para o mesmo lado.

Foram seleccionados quatro pontos na sala onde foram medidos os parâmetros de conforto térmico e a iluminância (Tabela 74). O ponto 1 situa-se na zona de lazer,

junto aos sofás e televisão e os pontos 2, 3 e 4 na zona de estudo, junto às mesas (Figura 2 do Anexo V).

Tabela 74 – Medição de parâmetros de conforto térmico e de iluminância da 6ª medição

Pontos	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Parâmetros de conforto térmico				
Temperatura				
Temperatura do ar (°C)	26,60	26,30	25,40	25,40
Radiação				
Temperatura média radiante (°C)	28,25	25,45	25,45	25,15
Fluxo médio de radiação (W/m ²)	468,50	450,50	450,50	449,50
Velocidade do ar				
Valor médio (m/s)	0,08	0,09	0,04	0,10
Desvio padrão (m/s)	0,03	0,05	0,06	0,10
Humidade				
Pressão parcial do vapor do ar (Kpa)	3,52	3,34	3,21	3,25
Ponto de orvalho (°C)	26,80	25,90	25,20	25,40
Iluminância				
Luz natural (lux)	792	109	132	85
Luz artificial (lux) *	47	44	54	46

* Existem duas armaduras centradas na sala, com duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W cada uma. O registo de iluminância para luz artificial, foi efectuado com as persianas fechadas e as luzes acesas. No entanto, como as persianas da sala se encontravam danificadas, não foi possível baixá-las completamente, existindo alguns orifícios visíveis que permitiram a entrada de luz na habitação. Desta forma, esta medição só foi efectuada por volta das 18 horas.

5.2.1 - Conforto térmico da Residência Masculina Ferragial

A seguir serão estudadas as **condições de conforto térmico** das várias habitações da Residência Masculina Ferragial, tomando como referência a **norma ISO 7730**.

A sensação térmica de um ser humano está relacionada principalmente com o equilíbrio térmico do seu corpo, como um todo. Este equilíbrio é influenciado pela actividade física e o vestuário, assim como, pelos parâmetros ambientais: temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar e humidade do ar.

O equilíbrio térmico de um indivíduo pode ser descrito pela **equação de conforto térmico**, pelo índice **PMV** (“Predicted Mean Vote”) ou pelo **PPD** (“Predicted Percentage of Dissatisfied”).

No entanto, esta não é a única condição de conforto térmico, podendo ocorrer outras situações de desconforto local causadas por outros factores tais como: assimetria da radiação, corrente de ar, contacto com o chão demasiado frio ou quente, gradientes de temperaturas existentes na vertical, etc.

O **PMV** é um índice de sensação térmica elaborado a partir da média das opiniões de um largo número de pessoas que exprimiram um voto de conforto térmico sob variadas condições térmicas.

Quando o PMV é igual a zero significa que existe uma sensação de conforto térmico óptimo. Os valores positivos significam uma sensação de calor e os valores negativos uma sensação de frio, numa escala de 7 pontos que vai desde - 3 até + 3 e que corresponde a:

- - 3 muito frio;
- - 2 frio;
- - 1 ligeiramente frio;
- 0 neutro;
- + 1 ligeiramente quente;
- + 2 quente
- + 3 muito quente

O cálculo do índice PMV encontra-se no Anexo VI.

O índice **PPD** exprime a percentagem previsível de pessoas insatisfeitas com as condições térmicas num determinado ambiente. A relação existente entre o índice PMV e o PPD é dada através de uma curva gaussiana (Figura 1 e Tabela 1 do Anexo VI). O cálculo do índice PPD encontra-se no Anexo VI.

É impossível obter condições em que todos os indivíduos do painel de avaliadores demonstrem simultaneamente satisfação. Mesmo num ambiente termicamente neutro ($PMV = 0$) é presumível que 5% das pessoas se sentirão insatisfeitas.

A norma refere três métodos para determinar os índices: aplicação de equações com auxílio de um programa de computador; através das tabelas da norma; e pela medição directa com um medidor de conforto térmico, com aplicação de equações.

No presente estudo recorreu-se ao último método. O processo de análise do conforto térmico foi efectuado em várias etapas: levantamento dos pontos onde se pretendiam efectuar as medições, medições no terreno e processamento dos dados obtidos para o cálculo do PMV.

A Norma ISO 7730 considera que os índices PMV e PPD devem estar entre os seguintes intervalos:

- $-0,5 < PMV < 0,5$
- $-10\% < PPD < 10\%$

No Anexo VI (Tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7) apresenta-se a determinação dos índices PMV e PPD para as seis medições efectuadas nos dias 18 e 19 de Maio de 2010 na Residência Masculina Ferragial. A Tabela 75 apresenta os valores dos índices PMV e PPD obtidos.

Tabela 75 – Índices PMV e PPD das medições de 18 e 19 de Maio de 2010

Medições	PMV				PPD (%)			
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
1ª Medição	0,07	-0,08	-0,25	-0,15	5	5	6	5
2ª Medição	-0,36	-0,49	-	-	8	10	-	-
3ª Medição	-0,28	-0,73	-	-	7	16	-	-
4ª Medição	0,27	0,02	-	-	6	5	-	-
5ª Medição	0,05	-0,38	-	-	5	8	-	-
6ª Medição	0,98	0,45	0,24	0,23	25	9	6	6

Através da tabela verificou-se que na maior parte dos casos os índices se encontravam nos intervalos recomendados, com excepção de:

- Ponto 2 da 3ª medição (PMV = -0,73 e PPD = 16%), com o índice PMV próximo de -1, definido como ligeiramente frio e com uma previsão de 16% de estudantes insatisfeitos com as condições térmicas. Este ponto corresponde à zona das secretárias do quarto nº 1.
- Ponto 1 da 6ª medição (PMV = 0,98 e PPD = 25%), com o índice PMV bastante próximo de 1, definido como ligeiramente quente e com uma previsão de 25% de estudantes insatisfeitos com as condições térmicas. Este ponto corresponde à zona de lazer da sala do 2º andar esquerdo.

É de referir que as medições foram efectuadas no fim de Maio, época do ano bastante amena (Primavera). Os resultados seriam bem diferentes se estas medições fossem efectuadas durante o Inverno ou Verão.

Foi por isso que, no dia 6 de Setembro de 2010 foi efectuada mais uma campanha de medições nas mesmas habitações que tinham sido analisadas anteriormente e que se encontram descritas nas seguintes tabelas.

Tabela 76 – Caracterização da 1ª medição (6 de Setembro de 2010)

1ª medição	
Dia	6 de Setembro de 2010
Início do ensaio	10:45
Fim do ensaio	11:15
Condições atmosféricas	Dia quente com bastante sol, céu limpo e vento moderado
Local	sala
Andar do edifício	1º Direito
Orientação da janela	160º *
Temperatura do bolbo seco, exterior	27ºC
Temperatura do bolbo húmido, exterior	21,5ºC

* Considerando 0º para o Norte e marcando os ângulos de azimute no sentido dos ponteiros do relógio. As salas da Residência Masculina Ferragial encontram-se orientadas para o mesmo lado.

Tabela 77 – Medição de parâmetros de conforto térmico da 1ª medição

Pontos	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Parâmetros de conforto térmico				
Temperatura				
Temperatura média do ar (°C)	28,70	29,00	28,90	28,90
Radiação				
Temperatura média radiante (°C)	30,25	29,50	28,80	28,95
Fluxo médio de radiação (W/m ²)	480,50	476,00	471,50	472,00
Velocidade do ar				
Valor médio (m/s)	0,04	0,06	0,07	0,07
Desvio padrão (m/s)	0,04	0,05	0,03	0,05
Humidade				
Pressão parcial do vapor do ar (Kpa)	3,98	3,95	3,94	3,87
Ponto de orvalho (°C)	28,90	29,20	28,70	28,40

Tabela 78 – Caracterização da 2ª medição (6 de Setembro de 2010)

2ª medição	
Dia	6 de Setembro de 2010
Hora de início do ensaio	11:30
Hora de fim do ensaio	11:45
Condições atmosféricas	Dia quente com bastante sol, céu limpo e vento moderado
Local	Quarto nº 7
Andar do edifício	1º Direito
Orientação da janela	160º *
Temperatura do bolbo seco, exterior	27,5
Temperatura do bolbo húmido, exterior	21,5

* Considerando 0º para o Norte e marcando os ângulos de azimute no sentido dos ponteiros do relógio. O quarto nº 7 encontra-se orientado para o mesmo lado da sala.

Tabela 79 – Medição de parâmetros de conforto térmico da 2ª medição

Pontos	Ponto 1	Ponto 2
Parâmetros de conforto térmico		
Temperatura		
Temperatura média do ar (°C)	28,00	28,00
Radiação		
Temperatura media radiante (°C)	28,85	28,15
Fluxo médio de radiação (W/m ²)	471,50	467,50
Velocidade do ar		
Valor médio (m/s)	0,02	0,04
Desvio padrão (m/s)	0,01	0,05
Humidade		
Pressão parcial do vapor do ar (Kpa)	3,78	3,75
Ponto de orvalho (°C)	28,00	27,90

Tabela 80 – Caracterização da 3ª medição (6 de Setembro de 2010)

3ª medição	
Dia	6 de Setembro de 2010
Hora de início do ensaio	11:50
Hora de fim do ensaio	12:05
Condições atmosféricas	Dia quente com bastante sol, céu limpo e vento moderado
Local	Quarto nº 1
Andar do edifício	1º Direito
Orientação da janela	340º *
Temperatura do bolbo seco, exterior	28,00
Temperatura do bolbo húmido, exterior	22,00

* Considerando 0º para o Norte e marcando os ângulos de azimute no sentido dos ponteiros do relógio. O quarto nº 1 encontra-se orientado para o lado oposto da sala.

Tabela 81 – Medição de parâmetros de conforto térmico da 3ª medição

Pontos	Ponto 1	Ponto 2
Parâmetros de conforto térmico		
Temperatura		
Temperatura do ar (°C)	27,90	28,00
Radiação		
Temperatura média radiante (°C)	29,85	28,40
Fluxo médio de radiação (W/m ²)	478	469
Velocidade do ar		
Valor médio (m/s)	0,08	0,06
Desvio padrão (m/s)	0,08	0,06
Humidade		
Pressão parcial do vapor do ar (Kpa)	3,72	3,72
Ponto de orvalho (°C)	27,70	27,70

Tabela 82 – Caracterização da 4ª medição (6 de Setembro de 2010)

4ª medição	
Dia	6 de Setembro de 2010
Hora de início do ensaio	14:45
Hora de fim do ensaio	15:00
Condições atmosféricas	Dia quente com bastante sol, céu limpo e vento moderado
Local	Quarto nº 24
Andar do edifício	2º Esquerdo
Orientação da janela	340º *
Temperatura do bolbo seco, exterior	29,00
Temperatura do bolbo húmido, exterior	22,50

* Considerando 0º para o Norte e marcando os ângulos de azimute no sentido dos ponteiros do relógio. O quarto nº 24 encontra-se orientado para o lado oposto da sala.

Tabela 83 – Medição de parâmetros de conforto térmico da 4ª medição

Pontos	Ponto 1	Ponto 2
Parâmetros de conforto térmico		
Temperatura		
Temperatura do ar (°C)	28,40	28,50
Radiação		
Temperatura média radiante (°C)	28,90	28,70
Fluxo médio de radiação (W/m ²)	472	471
Velocidade do ar		
Valor médio (m/s)	0,02	0,05
Desvio padrão (m/s)	0,02	0,07
Humidade		
Pressão parcial do vapor do ar (Kpa)	3,97	3,92
Ponto de orvalho (°C)	28,80	28,60

Tabela 84 – Caracterização da 5ª medição (6 de Setembro de 2010)

5ª medição	
Dia	6 de Setembro de 2010
Hora de início do ensaio	15:00
Hora de fim do ensaio	15:15
Condições atmosféricas	Dia quente com bastante sol, céu limpo e vento moderado
Local	Quarto nº 27
Andar do edifício	2º Esquerdo
Orientação da janela	160º *
Temperatura do bulbo seco, exterior	29,00
Temperatura do bulbo húmido, exterior	22,50

* Considerando 0º para o Norte e marcando os ângulos de azimute no sentido dos ponteiros do relógio. O quarto nº 27 encontra-se orientado para o mesmo lado da sala.

Tabela 85 – Medição de parâmetros de conforto térmico da 5ª medição

Pontos	Ponto 1	Ponto 2
Parâmetros de conforto térmico		
Temperatura		
Temperatura do ar (°C)	28,10	28,10
Radiação		
Temperatura média radiante (°C)	29,05	28,20
Fluxo médio de radiação W/m ²	472,50	468
Velocidade do ar		
Valor médio (m/s)	0,05	0,07
Desvio padrão (m/s)	0,07	0,09
Humidade		
Pressão parcial do vapor do ar (Kpa)	3,82	3,78
Ponto de orvalho (°C)	28,20	28,00

Tabela 86 – Caracterização da 6ª medição (6 de Setembro de 2010)

6ª medição	
Dia	6 de Setembro
Hora de início do ensaio	15:20
Hora de fim do ensaio	15:50
Condições atmosféricas	Dia quente com bastante sol, céu limpo e vento moderado
Local	sala
Andar do edifício	2º Esquerdo
Orientação da janela	160º *
Temperatura do bolbo seco, exterior	30,00
Temperatura do bolbo húmido, exterior	22,50

* Considerando 0º para o Norte e marcando os ângulos de azimute no sentido dos ponteiros do relógio. As salas da Residência Masculina Ferragial encontram-se orientadas para o mesmo lado.

Tabela 87 – Medição de parâmetros de conforto térmico da 6ª medição

Pontos	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Parâmetros de conforto térmico				
Temperatura				
Temperatura do ar (°C)	29,40	29,20	29,10	29,10
Radiação				
Temperatura média radiante (°C)	31,00	29,40	29,45	29,15
Fluxo médio de radiação (W/m ²)	485,50	475,00	475,00	473,50
Velocidade do ar				
Valor médio (m/s)	0,04	0,03	0,08	0,03
Desvio padrão (m/s)	0,02	0,03	0,11	0,03
Humidade				
Pressão parcial do vapor do ar (Kpa)	3,95	4,02	3,91	3,97
Ponto de orvalho (°C)	28,90	29,00	28,60	28,80

A determinação dos índices PMV e PPD para as seis medições efectuadas no dia 6 de Setembro de 2010 na Residência Masculina Ferragial encontra-se no Anexo VI (Tabelas 8, 9, 10, 11, 12 e 13).

A seguir encontra-se a Tabela 88 com os valores dos índices PMV e PPD obtidos.

Tabela 88 – Índices PMV e PPD das medições efectuadas a 6 de Setembro de 2010

Medições	PMV				PPD (%)			
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
1ª Medição	1,77	1,67	1,55	1,57	65	60	54	55
2ª Medição	1,39	1,26	-	-	45	38	-	-
3ª Medição	1,52	1,29	-	-	52	40	-	-
4ª Medição	1,49	1,45	-	-	50	48	-	-
5ª Medição	1,44	1,28	-	-	48	39	-	-
6ª Medição	1,99	1,71	1,68	1,66	76	62	60	60

Através da tabela verificou-se que em todos os casos os valores dos índices PMV e PPD não se encontram entre os intervalos recomendados. Apresentando como valor mínimo e máximo respectivamente:

- Ponto 2 da 2ª medição (PMV = 1,26 e PPD = 38%), com o índice PMV de 1,26 definido como ligeiramente quente e com uma previsão de 38% de estudantes insatisfeitos com as condições térmicas. Este ponto localiza-se junto às camas do quarto nº 7.
- Ponto 1 da 6ª medição (PMV = 1,99 e PPD = 76%), com o índice PMV de 1,99 que se aproxima de 2, valor definido como quente e com uma previsão de 76% de estudantes insatisfeitos com as condições térmicas. Este ponto corresponde à zona de lazer da sala do 2º esquerdo, que também se encontrava fora dos valores recomendados na 1ª campanha de medições.

Apesar de a diferença não ser significativa, as salas foram as habitações analisadas que apresentaram os valores mais elevados para os índices PMV e PPD (1ª e 6ª medição). Por outro lado, os quartos que se encontram no lado oposto das salas foram os que apresentaram os valores mais elevados para estes índices (3ª e 4ª medição).

Das seis medições efectuadas foi sempre no ponto 1, junto às janelas, que foram obtidos os maiores índices de PMV e de PPD e portanto, foram estes os locais “mais quentes” e com uma previsão de maior percentagem de estudantes insatisfeitos com as condições térmicas.

No entanto, como a diferença entre os valores dos índices no ponto 1 e nos restantes pontos (2, 3 e 4) não é significativa, continua a prevalecer a opção da colocação das zonas de estudo nos locais próximos das janelas (ponto 1), porque nestes locais também foram obtidos os maiores níveis de iluminação.

5.2.2 – Iluminância na Residência Masculina Ferragial

A seguir serão estudados os **níveis de iluminância** das várias habitações da Residência Masculina Ferragial.

Para uma boa prática na iluminação é essencial que, em adição à iluminação requerida, sejam satisfeitas as necessidades qualitativas e quantitativas.

Os requisitos para a iluminação são determinados pela satisfação de três necessidades humanas básicas:

- Conforto visual, que permite aos trabalhadores adquirir uma sensação de bem-estar e de uma maneira indirecta contribui para um elevado nível de produtividade;
- Desempenho visual, para que os trabalhadores sejam capazes de desempenhar as suas tarefas visuais, mesmo sob circunstâncias difíceis e durante longos períodos;
- Segurança (EN 12464 – 1).

A Norma Europeia **EN 12464 – 1** especifica a iluminação dos locais de trabalho interior. A Tabela 1 do Anexo IV apresenta os níveis de iluminância nas zonas de tráfego e áreas gerais no interior de edifícios e nos edifícios educacionais, que se podem aplicar no presente estudo.

Na recomendação de níveis de iluminação existe sempre um compromisso entre o que é economicamente admissível e os valores ideais.

A PHILIPS desenvolveu uma tabela de índices de iluminância para espaços interiores. A Tabela 2 do Anexo IV apresenta os valores comparativos para este estudo.

A Tabela 89 apresenta os valores medidos de iluminância em várias habitações (salas e quartos) da Residência Masculina Ferragial, os respectivos valores da Norma Europeia EN 12464 – 1 e os valores recomendados pela PHILIPS.

Tabela 89 – Medição de iluminância nas salas e quartos da Residência Masculina Ferragial e respectivos valores de referência da Norma Europeia EN 12464 e da PHILIPS

Valor de Iluminância medido (lux)					Valor de Iluminância referenciado (lux)	
Pontos	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Norma Europeia EN 12464 – 1	PHILIPS
1ª medição (sala do 1º andar direito)					Zona de descanso 100 Zona de estudo 300	-
Luz natural	482	332	203	204		
Luz artificial	64	73	66	75		
2ª medição (quarto nº 7 do 1º andar direito)					Zona de descanso 100 Zona de estudo 300	Geral 150 Secretária 250-500
Luz natural	758	250	-	-		
Luz artificial	81	60	-	-		
3ª medição (quarto nº 1 do 1º andar direito)					Zona de descanso 100 Zona de estudo 300	Geral 150 Secretária 250-500
Luz natural	1070	339	-	-		
Luz artificial	75	129	-	-		
4ª medição (quarto nº 24 do 2º andar esquerdo)					Zona de descanso 100 Zona de estudo 300	Geral 150 Secretária 250-500
Luz natural	922	238	-	-		
Luz artificial	84	66	-	-		
5ª medição (quarto nº 27 do 2º andar esquerdo)					Zona de descanso 100 Zona de estudo 300	Geral 150 Secretária 250-500
Luz natural	844	318	-	-		
Luz artificial	64	66	-	-		
6ª medição (sala do 2º andar esquerdo)					Zona de descanso 100 Zona de estudo 300	-
Luz natural	792	109	132	85		
Luz artificial	47	44	54	46		

Na análise da **iluminação artificial** verificou-se que os quartos e as salas apresentaram fracos níveis de iluminância, não satisfazendo os valores recomendados para os vários espaços.

A maioria dos residentes utilizam candeeiros pessoais para as secretárias e nos quartos existe uma armadura centrada com duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W. Na sala existem duas armaduras centradas, com duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W cada uma.

Mesmo com a substituição destas lâmpadas, por lâmpadas fluorescentes tubulares de maior potência e com um valor de 36 W, os níveis de iluminância continuariam abaixo dos valores recomendados para algumas habitações.

No entanto, através deste aumento de potência, se a zona de lazer for considerada como zona de descanso, a sala apresentaria os valores da Norma Europeia EN 12464 – 1 (aproximadamente 100 lux ou um pouco mais).

Com a utilização de lâmpadas fluorescentes tubulares de 36 W, todos os quartos apresentariam valores superiores para as zonas de descanso, segundo a Norma Europeia EN 12464 – 1 (superiores a 100 lux). Por outro lado, o quarto nº 1 apresentaria valores recomendados segundo a PHILIPS, tanto no geral (aproximadamente 150 lux) como para a zona de secretárias (aproximadamente 250 lux) e o quarto nº 24 apresentaria valores recomendados segundo a PHILIPS no geral (superior a 150 lux).

Em alguns casos seria mesmo necessário aumentar o número de lâmpadas de forma a aproximar aos valores recomendados, principalmente nas zonas de estudo dos quartos e das salas. Em consequência, a melhoria nos níveis de iluminação da residência implicará sempre o aumento do consumo energético.

Outra solução poderia ser a mudança dos balastros ferromagnéticos por balastros electrónicos, a colocação de armaduras com melhores reflectores, ou a utilização de iluminação mais eficiente como é o caso dos LEDs.

Em relação à **iluminação natural** seria vantajoso, para os quartos e para as salas, a criação de zonas de estudo com a colocação das secretárias próximas das janelas (ponto 1). Estas localizações apresentaram os maiores valores de iluminância e encontram-se entre os valores da Norma Europeia EN 12464 e dos valores recomendados pela PHILIPS.

O quarto nº 7 apresenta a secretária junto à janela (ponto 1). O quarto nº 27 apresenta uma das secretárias junto à janela (ponto 1), no entanto, o valor de iluminância medido para a secretária mais afastada da janela (ponto 2) também apresentou um valor recomendado. O quarto nº 1, apesar das secretárias se

encontrarem mais afastadas da janela (ponto 2), apresentou também um valor de iluminância recomendado.

Desta forma, apesar da diferente disposição das secretárias, todos os quartos apresentaram valores de iluminância recomendados pela PHILIPS para os pontos 1 e 2 (com valores iguais ou superiores a 250 lux), com excepção do quarto nº 24 que tem as secretárias mais afastadas da janela (ponto 2) e que apresentou um valor abaixo do recomendado. É importante referir que a janela deste quarto não se encontra ao centro.

Nas salas, as zonas de lazer deveriam de ser criadas em zonas mais afastadas das janelas, por requererem menores valores de iluminância. No entanto, não foi o que se verificou nas salas analisadas da residência, que pelo contrário, apresentam as zonas de estar próximas das janelas (ponto 1) e as zonas de estudo mais afastadas das janelas (pontos 2, 3 e 4).

O ideal seria a criação de zonas de estudo e de lazer aproveitando de forma equilibrada tanto a luz natural como artificial. As zonas de estudo deveriam estar próximas da entrada natural de luz e centradas com a incidência de luz artificial. As zonas de lazer deveriam estar mais afastadas da entrada natural de luz e da incidência de luz artificial.

A iluminação recomendada consoante a actividade, não deve ser apenas avaliada em termos de quantidade de luz (nível em lux), mas também em termos de qualidade de luz.

A quantidade de luz resolve-se, como já foi mencionado anteriormente, com a colocação de mais lâmpadas, de lâmpadas de maior potência ou de lâmpadas de melhor rendimento luminoso. A qualidade de luz resolve-se através da escolha da tonalidade de luz adequada: luz amarela para zonas de lazer e luz branca para zonas de trabalho.

No dia 6 de Setembro entre as 16:00 e 17:00 horas, foi efectuada uma nova campanha de medição de iluminância em algumas divisões do 2º andar esquerdo (duches, lavabos, casa de banho, corredor, “hall” de entrada e cozinha).

As medições foram efectuadas com o luxímetro a uma altura de aproximadamente 1 metro, ao nível do solo e no centro das respectivas lâmpadas fluorescentes tubulares. Excepcionalmente na cozinha, foi efectuada mais uma medição junto à janela onde se encontram as zonas de tarefas (lava-loiça e parte da bancada).

A Tabela 90 apresenta os valores medidos de iluminância, os correspondentes valores comparativos da Norma Europeia EN 12464 – 1 e os valores recomendados pela PHILIPS.

Tabela 90 – Medições de iluminância em algumas divisões do 2º andar esquerdo da Residência Masculina Ferragial e respectivos valores de referência da Norma Europeia EN 12464 e da PHILIPS

Divisão	Valor de Iluminância medido (lux)		Valor de Iluminância referenciado (lux)	
	Luz artificial	Luz natural	Norma Europeia EN 12464 – 1	PHILIPS
Duches	Lâmpada fluorescente tubular de 36 W 26	203	200	150
Lavabos	Lâmpada fluorescente tubular de 36 W 30	232	200	150
Casa de banho	Lâmpada fluorescente tubular de 36 W 265	-	200	150
Corredor	Lâmpada fluorescente tubular de 18 W 64	-	100	150
	Lâmpada fluorescente tubular de 18 W 97	-	100	150
“Hall” de entrada	Lâmpada fluorescente tubular de 18 W 118	-	100	150
Cozinha	2 lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W 156	133 574*	500	250-500

* Valor medido junto à janela nas zonas de tarefas (lava-loiça e parte da bancada)

Os duches têm uma janela de altura e largura de aproximadamente 48 e 71 cm e os lavabos têm uma janela de altura e largura de aproximadamente 45 e 56 cm. A casa de banho não tem janela.

Os duches e lavabos apresentaram entrada de luz natural que permitiu atingir os valores recomendados pela Norma Europeia EN 12464 e pela PHILIPS. No entanto, apresentaram fracos níveis de iluminância para a luz artificial, não satisfazendo os valores recomendados.

A casa de banho apesar de ter uma lâmpada fluorescente tubular com potência de 36 W, tal como nas divisões mencionadas anteriormente, apresentou níveis de iluminância recomendados pela Norma Europeia EN 12464 e pela PHILIPS para a luz artificial. Este facto poderá ser explicado pela existência de tecto falso que possibilitou uma maior incidência de luz artificial.

No corredor analisado verificou-se que apenas uma das lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W apresentou um valor de iluminância que se aproximou dos valores referenciados pela Norma Europeia (aproximadamente 100 lux). A justificação poderá ser a de existir uma maior acumulação de pó numa das armaduras, conferindo assim, uma menor reflexão.

O “hall” de entrada apresentou valores de iluminância referenciados pela Norma Europeia EN 12464 – 1.

A cozinha apresentou valores de iluminância abaixo dos valores recomendados tanto para a luz natural, como para a luz artificial. No entanto, excepcionalmente o valor medido para a luz natural junto à janela, onde se localizam as zonas de tarefas (lava-loiça e parte da bancada), apresentou um valor dentro dos recomendados pela Norma Europeia EN 12464 e pela PHILIPS.

De uma maneira geral, o ideal será efectuar a limpeza de todas as armaduras da Residência Masculina Ferragial de forma a melhorar o nível de iluminância para a luz artificial. No caso dos corredores poderá resolver o problema.

Nos lavabos, duches e cozinha será necessário aumentar o número de lâmpadas fluorescentes tubulares de forma a aproximar aos valores recomendados. No caso da cozinha, a substituição por lâmpadas de maior potência de 36 W permitirá atingir os valores recomendados apenas pela PHILIPS.

Em consequência, a melhoria nos níveis de iluminação da residência implicará o aumento do consumo energético.

Tal como já foi mencionado nas medições anteriores, outra solução poderia ser a mudança dos balastos ferromagnéticos por balastos electrónicos, a colocação de

armaduras com melhores reflectores ou a utilização de iluminação mais eficiente como é o caso dos LEDs.

6 – INQUÉRITOS AOS OCUPANTES DA RESIDÊNCIA MASCULINA FERRAGIAL

Com o objectivo de avaliar o consumo energético e o conforto térmico da Residência Masculina Ferragial foram ainda realizados inquéritos aos ocupantes e que se encontram descritos no Anexo VII.

Através dos inquéritos foi possível retirar várias informações importantes para complementar este estudo e que serão nomeadas a seguir.

Foi possível verificar que os estudantes apresentam alguma preocupação com o desperdício de energia na iluminação, na utilização dos electrodomésticos e na racionalização do consumo de água. No entanto, é necessário incentivá-los a adquirirem alterações comportamentais de forma a evitar o desperdício energético.

No Anexo VIII encontram-se descritos vários conselhos apresentados por várias entidades (Ecocasa, TOPTEN, EDP, EPAL, etc.) que poderão ser aplicados nesta residência, assim como, nas restantes residências de estudantes da Universidade do Algarve, com este objectivo.

É importante referir que 9% dos estudantes consideraram que o sistema de iluminação é não satisfatório, 49% satisfatório, 36% bom e apenas 6% excelente, ou seja, a maioria dos estudantes considera que a iluminação é, no mínimo, satisfatória, resultado algo contraditório com as medições efectuadas.

Foi possível constatar que a Residência Masculina Ferragial é muito fria durante o Inverno e muito quente durante o Verão e que existiam alguns problemas de bolores.

Durante o Inverno, 49% dos estudantes consideram que o conforto térmico da residência no geral (sala, cozinha, etc.) é não satisfatório, 40% satisfatório, 11% bom e 0% excelente. Em relação ao conforto térmico do quarto, 51% dos estudantes consideram não satisfatório, 40% satisfatório, 9% bom e 0% excelente.

Durante o Verão, 29% dos estudantes consideram que o conforto térmico da residência no geral (sala, cozinha, etc.) é não satisfatório, 56% satisfatório, 13%

bom e 2% excelente. Em relação ao conforto térmico do quarto, 31% dos estudantes consideram não satisfatório, 54% satisfatório, 13% bom e 2% excelente.

Foi possível verificar que apenas 9% dos estudantes consideram que o sistema para a preparação de água quente sanitária é não satisfatório, 44% consideram satisfatório, 31% bom e 16% excelente.

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA NOVOS TRABALHOS

Através da caracterização geral das residências de estudantes da Universidade do Algarve, da análise da facturação de 2009 e do cálculo dos indicadores de consumo energético, foi possível escolher como residência representativa, a Residência Masculina Ferragial.

Esta residência encontra-se entre as que apresentaram os maiores consumos de água e de electricidade por ocupação nominal (39,40 m³/estudante.ano e 1277,65 KWh/estudante.ano respectivamente), os maiores consumos de água e de electricidade por área útil de pavimento (2,30 m³/m² Ap.ano e 74,53 KWh/m².ano respectivamente) e os maiores indicadores de consumo energético (375,93 Kgep/estudante.ano para a energia primária por ocupação nominal e 21,93 Kgep/m².ano para a energia primária por área útil de pavimento) em 2009.

É importante referir que as residências que apresentaram os valores mais elevados de energia primária por área útil de pavimento em 2009, não ultrapassaram o valor limite referenciado pelo RSECE. Pelo contrário os valores obtidos são comparativamente mais baixos.

Através do estudo efectuado na Residência Masculina Ferragial foi possível verificar que existem áreas de enorme importância em termos energéticos, como a preparação de AQS (com cerca de 46% do consumo total) e os consumos eléctricos associados a iluminação e aos electrodomésticos (com cerca de 47% do consumo total). Estes consumos estão muito dependentes dos hábitos dos seus ocupantes.

No caso desta residência, tal como das restantes, não existe uma relação directa entre o consumo de energia para a satisfação das condições de conforto e as características da envolvente, uma vez que não dispõem de instalações de aquecimento, nem de arrefecimento, à excepção de alguns convectores eléctricos.

Verifica-se que é necessário investir em algumas áreas da residência para a melhoria do conforto térmico e dos níveis de iluminância. No entanto, estas medidas podem aumentar os consumos energéticos.

Na **iluminação**, através das medições de iluminância efectuadas na residência foi possível concluir que a iluminação artificial é bastante fraca. É necessário melhorar os níveis de iluminância, que não satisfazem os níveis mínimos referenciados pela Norma Europeia EN 12464 – 1 e recomendados pela PHILIPS, na maior parte dos espaços.

A melhoria implica o aumento do consumo energético e o investimento em luminárias e em equipamentos mais eficientes.

Em relação à iluminação natural, seria vantajoso para os quartos e para as salas, a criação de zonas de estudo, com a colocação das secretárias próximas das janelas, onde os valores de iluminância obtidos foram os mais elevados e recomendados, para aproveitar a iluminação natural e reforçar a iluminação localizada.

Os **electrodomésticos** da residência não apresentam etiqueta energética (com excepção de uma máquina de lavar roupa de classe A) e alguns já foram adquiridos há mais de 10 anos, apresentando uma menor eficiência energética do que aparelhos mais recentes.

Para se obter uma melhoria na eficiência do consumo energético é necessário efectuar uma série de alterações ao nível dos electrodomésticos e optar-se por aparelhos pertencentes à classe mais eficiente (classe A ou A+), sempre que se comprarem novos electrodomésticos.

A Residência Masculina Ferragial não apresenta **climatização** porque o quadro eléctrico individual de cada apartamento não o permite, existindo constantes falhas de electricidade, até mesmo quando se liga o único aquecedor que existe por apartamento, constituindo assim, uma forma dissuasora de consumir energia.

Deve-se evitar o uso de sistemas de climatização, por implicar sempre um maior consumo de energia. No entanto, também é importante ter presente que o conforto térmico requer quase sempre consumo de energia.

Para analisar o **conforto térmico** da residência foram efectuadas medições de parâmetros externos de conforto térmico e posteriormente calculados os índices PMV e PPD através da Norma ISO 7730.

Nas medições efectuadas no final de Maio de 2010, os índices encontravam-se dentro dos intervalos recomendados ($-0,5 < PMV < 0,5$ e $-10\% < PPD < 10\%$) para a maior parte das habitações. No entanto, como se trata de uma época bastante amena, não se pode retirar conclusões sobre o conforto térmico ao longo do ano.

No início de Setembro de 2010 foi efectuada mais uma campanha de medições e, em todos os casos, os valores dos índices PMV e PPD foram superiores aos referenciados como limites na Norma ISO 7730.

Por outro lado, através dos inquéritos foi possível constatar que a residência é muito fria durante o Inverno e muito quente durante o Verão. Desta forma, é necessário efectuar um estudo com vista à melhoria das condições de conforto térmico, o qual poderia passar quer pela reabilitação da envolvente, quer pela instalação de sistemas de climatização (com o conseqüente aumento do consumo energético), ou de ambos.

Através das medições de energia eléctrica efectuadas no sistema de **preparação de AQS** (bombas de calor e resistências eléctricas) foi possível verificar um elevado consumo de energia eléctrica. Durante períodos “mais quentes”, este consumo foi menor, muito provavelmente pela diminuição da necessidade de água quente, e também pela menor ocupação da residência.

Na Residência Masculina Ferragial a energia despendida com o sistema de preparação de AQS apresentou um elevado valor comparativamente com o valor referenciado pelo RCCTE. Desta forma, existe um potencial de poupança nas AQS, uma vez que os ocupantes consomem energia acima do valor referenciado.

Uma das medidas mais eficientes para poupar energia no aquecimento de água reside na minimização dos consumos. A utilização de sistemas redutores de caudal permitiriam reduzir o consumo de água em cerca de metade.

A preparação de AQS é um processo que consome uma grande quantidade de energia, pelo que a utilização eficiente do sistema apresentará um impacte positivo no consumo de energia.

O sistema de preparação de AQS apresentou uma eficiência média de cerca de 1,81. Desta forma, através da energia consumida foi possível obter aproximadamente o dobro da energia necessária para a preparação de AQS.

Apesar de utilizar a energia eléctrica como fonte para a produção de AQS, o recurso à bomba de calor é energeticamente mais vantajoso do que a simples resistência eléctrica.

Por outro lado, através do estudo de alternativas ao sistema de preparação de AQS utilizado na residência, foi possível concluir que este é o mais adequado com vista a poupança económica.

No caso de se utilizar uma caldeira a gás, o custo total de gás propano para a preparação de AQS seria cerca de 4 vezes superior ao custo de energia total consumida pelo sistema de preparação de AQS utilizado na residência em 2009.

No caso do sistema de colectores solares, só o sistema de apoio (caldeira a gás) apresentaria um gasto estimado semelhante ao valor total pago em 2009 para todo o sistema de preparação de AQS. Para além de que, seria ainda necessário investir no sistema solar térmico cerca de 50000 euro (700 euro/m²).

Através dos inquéritos foi possível verificar que os residentes apresentaram alguma preocupação com o desperdício de energia na iluminação, na utilização de electrodomésticos e com a racionalização do consumo de água da residência. No entanto, é importante incentivá-los a seguir uma série de recomendações, de forma a reduzir os consumos de energia, logo das emissões de dióxido de carbono, e consequentemente da despesa, entre as quais se podem considerar as alterações comportamentais e de eficiência na utilização dos equipamentos.

De um modo geral, as sugestões para a continuação deste trabalho serão sempre estudos que complementem informações aqui apresentadas.

Um estudo bastante interessante seria a caracterização da Residência Feminina Ferragial, para se poder comparar com o estudo efectuado na Residência Masculina Ferragial, uma vez que ambas as residências apresentam a mesma área, ocupação e localização.

Outras sugestões poderiam ser: o estudo do desempenho térmico dos edifícios das residências, com vista à melhoria das condições de conforto térmico; proposta de medidas para a melhoria de conforto térmico, tendo em atenção o consumo energético; estudo luminotécnico para propor soluções de melhoria dos níveis de iluminância, tendo igualmente em vista o consumo energético; entre outras.

REFERÊNCIAS LEGISLATIVAS

- Decreto-Lei nº 78/2006, Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios, de 4 de Abril de 2006.
- Decreto-Lei nº 79/2006, Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios, de 4 de Abril de 2006.
- Decreto-Lei nº 80/2006, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, de 4 de Abril de 2006.
- Norma ISO 7730, Ambientes Térmicos Moderados – Determinação dos índices PMV e PPD e especificação das condições para o conforto térmico (1994).
- Norma Europeia EN 12464 – 1, Luz e iluminação - Iluminação dos locais de trabalho - Parte 1: Locais de trabalho interior (2002).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, S. S. (2007), Tipificação dos instrumentos de políticas de apoio à eficiência energética: a experiência mundial e o cenário nacional, Dissertação de Mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Ardente *et al.* (2011), Energy and environmental benefits in public buildings as a result of retrofit actions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 460-470.
- Barroso, L. P. M. (2010), Construção sustentável - soluções comparativas para o uso eficiente da água nos edifícios de habitação, Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, na especialidade de Reabilitação de Edifícios. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil.
- Brasil, C. F. (2003), Metodologia para a Concepção e Implementação de Projecto de Eficiência Energética em Instituições Federais de Ensino Superior – O caso da Universidade Federal Fluminense, Dissertação de

Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão, Área de concentração em Gestão pela Qualidade Total da Universidade Federal Fluminense.

- Conceição, E. Z. E. (1996), Estudo Aero-Térmico de Habitáculos de Veículos de Transporte de Passageiros, Tese de Doutoramento em Engenharia Mecânica na especialidade de Aerodinâmica, Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Corceiro, L. J. O. (2008), Eficiência Energética Aplicada a Edifícios de Serviços, Dissertação de Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Instituto Superior Técnico.
- Çengel, Y. A. (1998), Heat Transfer. A Practical Approach. Universidade de Nevada, Reno. Editora Mc Graw-Hill.
- Jardim, F. M. G. (2009), Proposta de Intervenção de Reabilitação Energética de Edifícios de Habitação, Tese de Mestrado em Engenharia Civil. Materiais, Reabilitação e Sustentabilidade da Construção, Universidade do Minho Escola de Engenharia.
- Harvey, D. L. D. (2009), Reducing energy use in the buildings sector: measures, costs, and examples. *Energy Efficiency*, 2, 139–163
- Fernandes, R. F. C. e Moura, A. M. (2008), Eficiência Energética de Edifícios versus Qualidade de Iluminação, Provas de Dissertação do MIEEC, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Gonçalves, H. e Graça, J. M. (2004), Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal, DGGE/IP-3E.
- Llovera *et al.* (2011), Design and performance of energy-efficient solar residential house in Andorra. *Applied Energy*, 88, 1343–1353.
- Niu *et al.* (2011), Household energy use and emission reduction effects of energy conversion in Lanzhou city, China. *Renewable Energy* 36, 1431-1436.
- Özkan, D. B. e Onan, C. (2011), Optimization of insulation thickness for different glazing areas in buildings for various climatic regions in Turkey, *Applied Energy*, 88, 1331–1342.

- Panesi, A. R. Q. (2006), Fundamentos de Eficiência Energética Industrial, Comercial e Residencial, Ensino Profissional Editora, São Paulo.
- Poel *et al.* (2007), Energy performance assessment of existing dwellings. *Energy and Buildings*, 39,393–403.
- Rezaie *et al.* (2010). Renewable energy options for buildings: Case studies. *Energy and Buildings* 43,56–65.
- Ribeiro de Sá, A. F. (2008), Guia de aplicações de gestão de energia e eficiência energética, Publindústria, Porto.
- Rodrigues, J. A. (2007), Regime de Climatização dos Edifícios, Editora Rei dos Livros, 2.^a edição.
- Roriz, L. F. (1998), Módulo de Gestão de Energia (ENSI da LEGI), Auditorias energéticas, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
- Wang, R. e Zhai, X. (2006), Use of Renewable Energy in Buildings: Experiences With Solar Thermal Utilization. *Renewable Energy Resources and a Greener Future Vol.VIII-5-1*.

OUTRAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CD de apresentação dos Serviços de Acção Social da Universidade do Algarve, 2005. Empresa de design e multimédia: ideias frescas
- Catálogo da Energie (obtido em 24 de Junho de 1998 pelos Serviços de Acção Social da Universidade do Algarve)

PORTAIS CONSULTADOS

- ADENE – Agência para a Energia
Disponível em: www.adene.pt (obtido em 3 de Novembro de 2009)
Projecto Enerbuilding – Eficiência Energética, Eficiência energética nos edifícios residenciais, Deco, Lisboa, Maio 2008.
- ADENE – Agência para a Energia
Disponível em:

<http://www.adene.pt/ADENE/Canais/SubPortais/SCE/Apresentacao/Enquadramentoobjectivos/Enquadramento+e+objectivos.htm> (obtido em 3 de Novembro de 2009)

- APA – Agência Portuguesa do Ambiente
Disponível em <http://www.apambiente.pt/Paginas/default.aspx>
REA 2007 Portugal - Relatório do Estado do Ambiente
Amadora, Agência Portuguesa do Ambiente /Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 2008
http://www.apambiente.pt/Destaques/Documents/REA2007_vpreliminar.pdf (obtido em 24 de Janeiro de 2011)
- DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia
Disponível em: <http://www.dgge.pt/>
Renováveis estatísticas rápidas Outubro 2010 (obtido em 24 de Janeiro de 2011)
- DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia
Disponível em: <http://www.dgge.pt/>
Balanços e indicadores energéticos 2008 (obtido em 14 de Março de 2010)
- Ecocasa
Disponível em: <http://www.ecocasa.org/> (obtido em 1 de Abril de 2010 e em 24 de Junho de 2010).
- EDP – Guia do cliente
Disponível em:
http://www.edpsu.pt/pt/particulares/interrupcoesdeenergia/Guia%20do%20Cliente/AF_Guia%20Cliente_2010_online.pdf (obtido em 15 de Junho de 2010)
- Eficiência Energética
<http://www.eficiencia-energetica.com/html/eee/eee.htm>
(obtido em 3 de Novembro de 2009)
- Energie – Energia Solar Termodinâmica
Disponível em: <http://www.energie.pt/> (obtido em 2 de Setembro de 2010)

- EPAL – Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A.
Disponível em: <http://www.epal.pt> (obtido em 29 de Junho de 2010)
- Google Earth
Disponível em: <http://www.google.com/earth/index.html> (obtido em 8 de Fevereiro de 2011)
- INE – Instituto Nacional de Estatística
Disponível em http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main
(obtido em 25 de Janeiro de 2011)
Estatísticas da Construção e Habitação 2008. Lisboa , INE, 2009.
- Topten
Disponível em: <http://www.topten.pt> (obtido em 11 de Maio de 2010)

ANEXO I – Consumos energéticos das residências de estudantes da Universidade do Algarve

1 – Consumos energéticos da Residência Feminina Campus da Penha em 2009

1.1 - Facturas de electricidade, água e de gás da Residência Feminina Campus da Penha

A Tabela 1 apresenta os valores das facturas de gás da Residência Feminina Campus da Penha e a quantidade de garrafas de butano de 12,5 kg consumidas em 2009.

Tabela 1 - Facturas de gás (euro) da Residência Feminina Campus da Penha de 2009

Período de Facturação	Gás (euro)	Garrafas de butano de 12,5 kg
Jan-09	71,80	4
Fev-09	107,70	6
Mar-09	71,80	4
Abr-09	71,80	4
Mai-09	66,00	4
Jun-09	49,50	3
Jul-09	82,50	5
Ago-09	0,00	0
Set-09	0,00	0
Out-09	66,00	4
Nov-09	66,00	8
Dez-09	181,50	7
Total	834,60	49

As facturas de electricidade e de água da Residência Feminina Campus da Penha não estão descritas, porque esta residência se encontra dentro do Campus da Universidade do Algarve e as facturas são pagas de uma forma generalizada, não se encontrando quantificadas por separado.

1.2 – Consumo de gás da Residência Feminina Campus da Penha

Recorrendo às facturas foi possível obter os valores do consumo de gás butano em KWh, através das seguintes equações:

$$\text{Consumo de Gás} = \text{Quantidade de garrafas} \times \text{Quantidade real} \times \text{PCI} \quad (1)$$

Onde:

- Consumo de Gás – [KWh]
- Quantidade de garrafas - [Kg]
- Quantidade real - [Kg]
- PCI - [KWh/Kg]

$$\text{Quantidade real} = \text{Quantidade} \times (1 - \text{factor de retenção}) \quad (2)$$

Onde:

- Quantidade real - [Kg]
- Quantidade - [Kg]
- Factor de retenção = 0,05

A Tabela 2 apresenta os cálculos auxiliares do consumo de gás butano em KWh da Residência Feminina Campus da Penha em 2009.

Tabela 2 - Cálculos auxiliares do consumo de gás butano em KWh da Residência Feminina Campus da Penha em 2009

Gás utilizado	Butano
PCI (KWh/kg)	12,68 KWh/kg *
Factor de retenção	0,05
Quantidade (kg)	12,5 kg **
Quantidade real (kg)	11,88 kg

*(Çengel, 1998)

** valores retirados das facturas de gás

A Tabela 3 apresenta o consumo de gás butano (KWh) da Residência Feminina Campus da Penha em 2009.

Tabela 3 - Consumo de gás (KWh) da Residência Feminina Campus da Penha em 2009

Período de Facturação	Gás (KWh)
Jan-09	602,43
Fev-09	903,64
Mar-09	602,43
Abr-09	602,43
Mai-09	602,43
Jun-09	451,82
Jul-09	753,03
Ago-09	0,00
Set-09	0,00
Out-09	602,43
Nov-09	1204,85
Dez-09	1054,24

1.3 - Indicadores de consumo energético (Energia primária por ocupação nominal e por área útil de pavimento) da Residência Feminina Campus da Penha

O cálculo dos indicadores de consumo energético da Residência Feminina Campus da Penha não foi efectuado, porque as facturas de electricidade não se encontravam quantificadas por separado, como já foi mencionado anteriormente.

2 – Consumos energéticos da Residência Feminina Carreira de Tiro em 2009

2.1 - Facturas de electricidade, água e de gás da Residência Feminina Carreira de Tiro

A Tabela 4 apresenta os valores das facturas de água dos apartamentos 1ºD, 10ºA e o consumo global de água da Residência Feminina Carreira de Tiro.

Tabela 4 - Facturas de água (euro) da Residência Feminina Carreira de Tiro em 2009

Período de Facturação	Água Apartamento 1ºD (euro)	Água Apartamento 10ºA (euro)	Água Total (euro)
Jan-09	82,66	40,43	123,09
Fev-09	90,99	41,27	132,26
Mar-09	94,10	44,41	138,51
Abr-09	93,60	47,56	141,16
Mai-09	123,76	67,47	191,23
Jun-09	81,40	61,36	142,76
Jul-09	81,28	54,37	135,65
Ago-09	41,50	19,21	60,71
Set-09	18,99	9,60	28,59
Out-09	15,88	34,44	50,32
Nov-09	9,57	57,16	66,73
Dez-09	9,63	50,65	60,28
Total	743,36	527,93	1271,29

A Tabela 5 apresenta os valores das facturas de gás dos apartamentos 1ºD, 10ºA, consumo global de gás e a quantidade de garrafas de butano de 12,5 kg consumidas em 2009 pela Residência Feminina Carreira de Tiro.

Tabela 5 - Facturas de gás (euro) da Residência Feminina Carreira de Tiro em 2009

Período de Facturação	Gás Apartamento 1ºD (euro)	Gás Apartamento 10ºA (euro)	Gás Total (euro)	Garrafas de butano de 12,5 kg
Jan-09	71,80	71,80	143,60	8
Fev-09	89,75	35,90	125,65	7
Mar-09	107,70	53,85	161,55	9
Abr-09	89,75	53,85	143,60	8
Mai-09	33,00	49,50	82,50	5
Jun-09	33,00	49,50	82,50	5
Jul-09	49,50	0,00	49,50	3
Ago-09	0,00	0,00	0,00	0
Set-09	0,00	0,00	0,00	0
Out-09	0,00	33,00	33,00	2
Nov-09	0,00	33,00	33,00	2
Dez-09	0,00	33,00	33,00	2
Total	474,50	413,40	887,90	51

A Tabela 6 apresenta os valores das facturas de electricidade dos apartamentos 1ºD, 10ºA e o consumo global de electricidade da Residência Feminina Carreira de Tiro.

Tabela 6 - Facturas de electricidade (euro) da Residência Feminina Carreira de Tiro em 2009

Período de Facturação	Electricidade Apartamento 1ºD (euro)	Electricidade Apartamento 10ºA (euro)	Electricidade Total (euro)
Jan-09	190,41	191,19	381,60
Fev-09	53,86	35,17	89,03
Mar-09	48,51	31,85	80,36
Abr-09	97,98	228,58	326,56
Mai-09	52,46	54,36	106,82
Jun-09	51,37	53,28	104,65
Jul-09	23,34	-16,71	6,63
Ago-09	52,4	51,25	103,65
Set-09	52,01	50,86	102,87
Out-09	-43,68	-55,36	-99,04
Nov-09	52,71	52,46	105,17
Dez-09	58,62	58,50	117,12
Total	689,99	735,43	1425,42

2.2 - Consumo de electricidade, água e de gás da Residência Feminina Carreira de Tiro

Os valores do consumo de electricidade em KWh e de água em m³ foram retirados directamente das facturas e os valores do consumo de gás butano em KWh foram obtidos através das equações 1 e 2.

A Tabela 7 apresenta os cálculos auxiliares do consumo de gás butano em KWh da Residência Feminina Carreira de Tiro para 2009.

Tabela 7 - Cálculos auxiliares do consumo de gás butano em KWh da Residência Feminina Carreira de Tiro em 2009

Gás utilizado	Butano
PCI (KWh/kg)	12,68 KWh/kg *
Factor de retenção	0,05
Quantidade (kg)	12,5 kg **
Quantidade real (kg)	11,88 kg

*(Çengel, 1998)

** valores retirados das facturas de gás

A Tabela 8 apresenta o consumo de electricidade (KWh), gás butano (KWh) e de água (m³) da Residência Feminina Carreira de Tiro em 2009.

Tabela 8 - Consumo de electricidade (KWh), gás (KWh) e de água (m³) da Residência Feminina Carreira de Tiro em 2009

Período de Facturação	Electricidade (KWh)	Gás (KWh)	Água (m ³)
Jan-09	3078,00	1204,85	35,00
Fev-09	643,00	1054,24	37,00
Mar-09	577,00	1355,46	39,00
Abr-09	2509,00	1204,85	40,00
Mai-09	783,00	753,03	55,00
Jun-09	767,00	753,03	40,00
Jul-09	-7,0	451,82	38,00
Ago-09	757,00	0,00	15,00
Set-09	751,00	0,00	5,00
Out-09	-836,00	301,21	12,00
Nov-09	770,00	301,21	17,00
Dez-09	863,00	301,21	15,00

2.3 - Indicadores de consumo energético (Energia primária por ocupação nominal e por área útil de pavimento) da Residência Feminina Carreira de Tiro

Para poder comparar a energia proveniente de diferentes fontes, como por exemplo o gás e a electricidade, o RSECE utiliza os factores de conversão (Tabela 18 da tese), para converter a energia utilizada em energia primária. A unidade de energia primária é o Kgep (quilograma equivalente de petróleo).

Os factores de conversão vão contabilizar a energia consumida pelo utilizador final, assim como também, a energia consumida desde a sua transformação/refinação e o seu transporte até ao utilizador final. Desta forma, compreende-se a penalização da utilização de energia eléctrica à luz do regulamento.

Aplicando os factores de conversão é possível converter os dois tipos de energia (gás e electricidade) para a mesma unidade de energia primária kgep e obter o consumo global das residências.

Na Tabela 9 apresentam-se os valores de electricidade, gás e do consumo global (Q global) em Kgep da Residência Feminina Carreira de Tiro em 2009.

Tabela 9 – Consumo de electricidade, gás e global (Kgep) para a Residência Feminina Carreira de Tiro em 2009

Período de Facturação	Electricidade (Kgep)	Gás (Kgep)	Q global (Kgep)
Jan-09	892,62	103,62	996,24
Fev-09	186,47	90,67	277,14
Mar-09	167,33	116,57	283,90
Abr-09	727,61	103,62	831,23
Mai-09	227,07	64,76	291,83
Jun-09	222,43	64,76	287,19
Jul-09	-2,03	38,86	36,83
Ago-09	219,53	0,00	219,53
Set-09	217,79	0,00	217,79
Out-09	-242,44	25,90	-216,54
Nov-09	223,30	25,90	249,20
Dez-09	250,27	25,90	276,17
Total	3089,95	660,56	3750,51

Sabendo que a Residência Feminina Carreira de Tiro apresentou um consumo global de 3750,51 Kgep/ano, uma ocupação nominal (n) de 12 estudantes e uma área útil de pavimento (ap) de 220 m², foi possível determinar a energia primária por ocupante e por área de pavimento.

Desta forma:

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{ocupante}} = \frac{\text{Qglobal}}{n} = \mathbf{312,54 \text{ Kgep/estudante.ano}}$$

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{área de pavimento}} = \frac{\text{Qglobal}}{\text{ap}} = \mathbf{17,05 \text{ Kgep/m}^2\text{.ano}}$$

Dividindo a energia primária por ocupação nominal pela energia primária por área útil de pavimento, obteve-se a área disponível para cada estudante na residência.

Para o caso da Residência Feminina Carreira de Tiro o valor foi de 18,33 m²/estudante.

O procedimento de cálculo acima descrito, vai ser empregue nas restantes residências de estudantes da Universidade do Algarve.

3 - Consumos energéticos da Residência Masculina Rua de Berlim em 2009

3.1 - Facturas de electricidade, água e de gás da Residência Masculina Rua de Berlim

A Tabela 10 apresenta os valores das facturas de água, gás (quantidade de garrafas de butano de 12,5 kg) e de electricidade da Residência Masculina Rua de Berlim em 2009.

Tabela 10 – Facturas de água, gás e de electricidade (euro) da Residência Masculina Rua de Berlim em 2009

Período de Facturação	Água (euro)	Gás (euro)	Garrafas de butano de 12,5 kg	Electricidade (euro)
Jan-09	708,78	107,70	6	1523,88
Fev-09	730,66	0,00	0	610,81
Mar-09	699,18	107,70	6	553,89
Abr-09	836,52	0,00	0	613,66
Mai-09	702,87	99,00	6	566,29
Jun-09	964,19	0,00	0	544,82
Jul-09	712,36	99,00	6	1182,20
Ago-09	686,74	0,00	0	612,25
Set-09	664,77	132,00	8	604,04
Out-09	664,73	0,00	0	-236,54
Nov-09	766,46	0,00	0	635,59
Dez-09	766,75	0,00	0	667,38
Total	8904,01	545,40	32	7878,27

3.2 - Consumo de electricidade, água e de gás da Residência Masculina Rua de Berlim

Os valores do consumo de electricidade em KWh e de água em m³ foram retirados directamente das facturas, e os valores do consumo de gás butano em KWh, tal como descrito na residência anterior foram obtidos através das equações 1 e 2.

A Tabela 11 apresenta os cálculos auxiliares do consumo de gás butano em KWh da Residência Masculina Rua de Berlim em 2009.

Tabela 11 - Cálculos auxiliares do consumo de gás butano em KWh da Residência Masculina Rua de Berlim em 2009

Gás utilizado	Butano
PCI (KWh/kg)	12,68 KWh/kg *
Factor de retenção	0,05
Quantidade (kg)	12,5 kg **
Quantidade real (kg)	11,88 kg

*(Çengel, 1998)

** valores retirados das facturas de gás

A Tabela 12 apresenta o consumo de electricidade (KWh), gás butano (KWh) e de água (m³) da Residência Masculina Rua de Berlim em 2009.

Tabela 12 - Consumo de electricidade (KWh), gás (KWh) e de água (m³) da Residência Masculina Rua de Berlim em 2009

Período de Facturação	Electricidade (KWh)	Gás (KWh)	Água (m ³)
Jan-09	12180,00	903,64	201,00
Fev-09	4552,00	0,00	204,00
Mar-09	4110,00	903,64	196,00
Abr-09	4534,00	0,00	235,00
Mai-09	4172,00	903,64	196,00
Jun-09	4011,00	0,00	272,00
Jul-09	9384,00	903,64	198,00
Ago-09	4543,00	0,00	190,00
Set-09	4473,00	1204,85	186,00
Out-09	-2678,00	0,00	186,00
Nov-09	4672,00	0,00	216,00
Dez-09	5013,00	0,00	216,00

3.3 - Indicadores de consumo energético (Energia primária por ocupação nominal e por área útil de pavimento) da Residência Masculina Rua de Berlim

Aplicando os factores de conversão (Tabela 18 da tese), obteve-se o consumo de electricidade, gás e o consumo global (Q global) em kgep da Residência Masculina Rua de Berlim em 2009 (Tabela 13).

Tabela 13 – Consumo de electricidade, gás e global (Kgep) da Residência Masculina Rua de Berlim em 2009

Período de Facturação	Electricidade (Kgep)	Gás (Kgep)	Q global (Kgep)
Jan-09	3532,20	77,71	3609,91
Fev-09	1320,08	0,00	1320,08
Mar-09	1191,90	77,71	1269,61
Abr-09	1314,86	0,00	1314,86
Mai-09	1209,88	77,71	1287,59
Jun-09	1163,19	0,00	1163,19
Jul-09	2721,36	77,71	2799,07
Ago-09	1317,47	0,00	1317,47
Set-09	1297,17	103,62	1400,79
Out-09	-776,62	0,00	-776,62
Nov-09	1354,88	0,00	1354,88
Dez-09	1453,77	0,00	1453,77
Total	17100,14	414,47	17514,61

A Residência Masculina Rua de Berlim apresentou um consumo global de 17514,61 Kgep/ano, uma ocupação nominal (n) de 43 estudantes e uma área útil de pavimento (ap) de 1300 m².

Desta forma:

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{ocupante}} = \frac{\text{Qglobal}}{n} = 407,32 \text{ Kgep/estudante.ano}$$

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{área de pavimento}} = \frac{\text{Qglobal}}{\text{ap}} = 13,47 \text{ Kgep/m}^2 \cdot \text{ano}$$

Dividindo a energia primária por ocupação nominal pela energia primária por área útil de pavimento, obteve-se a área disponível para cada estudante da Residência Masculina Rua de Berlim, que foi de 30,23 m²/estudante.

4 – Consumos energéticos da Residência Feminina Albacor em 2009

4.1 - Facturas de electricidade, água e de gás da Residência Feminina Albacor

A Tabela 14 apresenta os valores das facturas de água, gás (quantidade de garrafas de propano de 35 Kg) e de electricidade da Residência Feminina Albacor em 2009.

Tabela 14 – Facturas de água, gás e de electricidade (euro) da Residência Feminina Albacor em 2009

Período de Facturação	Água (euro)	Gás (euro)	Garrafas de propano de 35 kg	Electricidade (euro)
Jan-09	628,57	113,00	2	1123,89
Fev-09	1187,21	56,50	1	820,63
Mar-09	562,13	113,00	2	742,90
Abr-09	1164,07	56,50	1	1329,11
Mai-09	863,20	49,00	1	690,73
Jun-09	984,15	49,00	1	678,20
Jul-09	735,03	49,00	1	707,42
Ago-09	35,49	0,00	1	761,31
Set-09	991,03	147,00	2	750,39
Out-09	583,74	49,00	1	-137,80
Nov-09	733,01	49,00	1	752,40
Dez-09	698,82	98,00	2	803,12
Total	9166,45	829,00	16	9022,30

4.2 - Consumo de electricidade, água e de gás da Residência Feminina Albacor

Os valores do consumo de electricidade em KWh e de água em m³ foram retirados directamente das facturas, e os valores do consumo de gás propano em KWh foram obtidos através das equações 1 e 2.

A Tabela 15 apresenta os cálculos auxiliares do consumo de gás propano em KWh da Residência Feminina Albacor em 2009.

Tabela 15 - Cálculos auxiliares do consumo de gás propano em KWh da Residência Feminina Albacor em 2009

Gás utilizado	Propano
PCI (KWh/kg)	12,88 KWh/kg *
Factor de retenção	0,05
Quantidade (kg)	35 kg **
Quantidade real (kg)	33,25 kg

*(Çengel, 1998)

** valores retirados das facturas de gás

A Tabela 16 apresenta o consumo de electricidade (KWh), gás propano (KWh) e de água (m³) da Residência Feminina Albacor em 2009.

Tabela 16 - Consumo de electricidade (KWh), gás (KWh) e de água (m³) da Residência Feminina Albacor em 2009

Período de Facturação	Electricidade (KWh)	Gás (KWh)	Água (m ³)
Jan-09	8909,00	856,19	180,00
Fev-09	6342,00	428,09	340,00
Mar-09	5722,00	856,19	157,00
Abr-09	10640,00	428,09	335,00
Mai-09	5234,00	428,09	245,00
Jun-09	5149,00	428,09	279,00
Jul-09	5334,00	428,09	207,00
Ago-09	5815,00	428,09	0,00
Set-09	5722,00	856,19	287,00
Out-09	-1835,00	428,09	165,00
Nov-09	5760,00	428,09	209,00
Dez-09	6172,00	856,19	199,00

4.3 - Indicadores de consumo energético (Energia primária por ocupação nominal e por área útil de pavimento) da Residência Feminina de Albacor

Aplicando os factores de conversão (Tabela 18 da tese), obteve-se o consumo de electricidade, gás e o consumo global (Qglobal) em kgep da Residência Feminina Albacor em 2009 (Tabela 17).

Tabela 17 – Consumo de electricidade, gás e global (Kgep) da Residência Feminina Albacor em 2009

Período de Facturação	Electricidade (Kgep)	Gás (Kgep)	Q global (Kgep)
Jan-09	2583,61	73,63	2657,24
Fev-09	1839,18	36,82	1876,00
Mar-09	1659,38	73,63	1733,01
Abr-09	3085,60	36,82	3122,42
Mai-09	1517,86	36,82	1554,68
Jun-09	1493,21	36,82	1530,03
Jul-09	1546,86	36,82	1583,68
Ago-09	1686,35	36,82	1723,17
Set-09	1659,38	73,63	1733,01
Out-09	-532,15	36,82	-495,33
Nov-09	1670,40	36,82	1707,22
Dez-09	1789,88	73,63	1863,51
Total	19999,56	589,06	20588,62

A Residência Feminina Albacor apresentou um consumo global de 20588,62 Kgep/ano, uma ocupação nominal (n) de 76 estudantes e uma área útil de pavimento (ap) de 1565 m².

Desta forma:

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{ocupante}} = \frac{\text{Qglobal}}{n} = \mathbf{270,90 \text{ Kgep/estudante.ano}}$$

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{área de pavimento}} = \frac{\text{Qglobal}}{\text{ap}} = \mathbf{13,16 \text{ Kgep/m}^2\text{.ano}}$$

Dividindo a energia primária por ocupação nominal pela energia primária por área útil de pavimento, obteve-se a área disponível para cada estudante da Residência Feminina Albacor, que foi de 20,59 m²/estudante.

5 – Consumos energéticos da Residência Feminina Ferragial em 2009

5.1 - Facturas de electricidade, água e de gás da Residência Feminina Ferragial

A Tabela 18 apresenta os valores das facturas de água, gás e electricidade da Residência Feminina Ferragial em 2009.

Tabela 18 – Facturas da água, gás e electricidade (euro) da Residência Feminina Ferragial em 2009

Período de Facturação	Água (euro)	Gás (euro)	Electricidade (euro)
Jan-09	735,75	162,60	1227,01
Fev-09	755,60	103,20	713,05
Mar-09	628,28	151,80	647,16
Abr-09	730,68	119,40	1375,05
Mai-09	841,08	135,60	655,20
Jun-09	647,64	118,85	643,69
Jul-09	866,96	90,64	742,17
Ago-09	609,62	90,64	711,18
Set-09	771,12	111,80	701,16
Out-09	611,65	127,67	195,26
Nov-09	841,04	138,25	728,56
Dez-09	864,82	132,96	780,18
Total	8904,24	1483,41	9119,67

5.2 - Consumo de electricidade, água e de gás da Residência Feminina Ferragial

Os valores do consumo de electricidade em KWh e de água em m³ foram retirados directamente das facturas, e os valores do consumo de gás propano em KWh foram obtidos através da seguinte equação:

$$\text{Consumo de Gás} = \text{Consumo de Gás} \times \text{PCI} \quad (3)$$

Onde:

- Consumo de Gás - [m³]
- PCI - [KWh/m³]

A Tabela 19 apresenta os cálculos auxiliares do consumo de gás propano em KWh da Residência Feminina Ferragial em 2009.

Tabela 19 - Cálculos auxiliares do consumo de gás propano em KWh da Residência Feminina Ferragial em 2009

Gás utilizado	Propano
PCI (KWh/kg)	12,88 KWh/kg *
Massa específica - ρ	1,83 kg/m ³ *
PCI (KWh/m ³)	23,57 KWh/m ³

*(Çengel, 1998)

A Tabela 20 apresenta o consumo de electricidade (KWh), gás propano (KWh) e de água (m³) da Residência Feminina Ferragial em 2009.

Tabela 20 - Consumo de electricidade (KWh), gás (KWh) e de água (m³) da Residência Feminina Ferragial em 2009

Período de Facturação	Electricidade (KWh)	Gás (KWh)	Água (m ³)
Jan-09	9732,00	683,54	253,00
Fev-09	5425,00	424,27	254,00
Mar-09	4905,00	636,40	211,00
Abr-09	11030,00	494,98	246,00
Mai-09	4931,00	565,69	284,00
Jun-09	4854,00	494,98	215,00
Jul-09	5631,00	377,13	291,00
Ago-09	5387,00	377,13	205,00
Set-09	5302,00	471,41	262,00
Out-09	1006,00	542,12	208,00
Nov-09	5557,00	589,26	286,00
Dez-09	5960,00	565,69	294,00

5.3 - Indicadores de consumo energético (Energia primária por ocupação nominal e por área útil de pavimento) da Residência Feminina Ferragial

Aplicando os factores de conversão (Tabela 18 da tese), obteve-se o consumo de electricidade, gás e o consumo global (Qglobal) em kgep da Residência Feminina Ferragial em 2009 (Tabela 21).

Tabela 21 – Consumo de electricidade, gás e global (Kgep) da Residência Feminina Ferragial em 2009

Período de Facturação	Electricidade (Kgep)	Gás (Kgep)	Q global (Kgep)
Jan-09	2822,28	58,78	2881,06
Fev-09	1573,25	36,49	1609,74
Mar-09	1422,45	54,73	1477,18
Abr-09	3198,7	42,57	3241,27
Mai-09	1429,99	48,65	1478,64
Jun-09	1407,66	42,57	1450,23
Jul-09	1632,99	32,43	1665,42
Ago-09	1562,23	32,43	1594,66
Set-09	1537,58	40,54	1578,12
Out-09	291,74	46,62	338,36
Nov-09	1611,53	50,68	1662,21
Dez-09	1728,4	48,65	1777,05
Total	20218,80	535,14	20753,94

A Residência Feminina Ferragial apresentou um consumo global de 20753,9 Kgep/ano, uma ocupação nominal (n) de 84 estudantes e uma área útil de pavimento (ap) de 1440 m².

Desta forma:

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{ocupante}} = \frac{\text{Qglobal}}{n} = \mathbf{247,07 \text{ Kgep/estudante.ano}}$$

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{área de pavimento}} = \frac{\text{Qglobal}}{\text{ap}} = \mathbf{14,41 \text{ Kgep/m}^2\text{.ano}}$$

Dividindo a energia primária por ocupação nominal pela energia primária por área útil de pavimento, obteve-se a área disponível para cada estudante da Residência Feminina Ferragial, que foi de 17,14 m²/estudante.

6 – Consumos energéticos da Residência Masculina Ferragial em 2009

6.1 - Facturas de electricidade, água e de gás da Residência Masculina Ferragial

A Tabela 22 apresenta os valores das facturas de água, gás e electricidade da Residência Masculina Ferragial em 2009.

Tabela 22 – Facturas de água, gás e de electricidade (euro) da Residência Masculina Ferragial em 2009

Período de Facturação	Água (euro)	Gás (euro)	Electricidade (euro)
Jan-09	875,87	178,80	2258,67
Fev-09	926,39	130,20	1237,97
Mar-09	958,70	168,00	1122,12
Abr-09	1023,69	130,20	1728,76
Mai-09	1230,31	114,00	1070,65
Jun-09	778,93	135,05	1052,30
Jul-09	1147,15	85,35	1133,02
Ago-09	734,96	16,58	1157,51
Set-09	730,07	69,48	1140,82
Out-09	29,22	69,48	-358,95
Nov-09	425,69	85,35	1120,71
Dez-09	956,89	90,64	1200,28
Total	9817,87	1182,49	13863,86

6.2 – Consumo de electricidade, água e de gás da Residência Masculina Ferragial

Os valores do consumo de electricidade em KWh e de água em m³ foram retirados directamente das facturas, e os valores do consumo de gás propano em KWh foram obtidos através da equação 3.

A Tabela 23 apresenta o consumo de electricidade (KWh), gás propano (KWh) e o consumo de água (m³) da Residência Masculina Ferragial em 2009.

Tabela 23 - Consumo de electricidade (KWh), gás (KWh) e de água (m³) da Residência Masculina Ferragial em 2009

Período de Facturação	Electricidade (KWh)	Gás (KWh)	Água (m ³)
Jan-09	18193	754,25	301,00
Fev-09	9668	542,12	312,00
Mar-09	8740	707,11	323,00
Abr-09	13806	542,12	347,00
Mai-09	8258	471,41	416,00
Jun-09	8128	565,69	260,00
Jul-09	8680	353,56	386,00
Ago-09	8962	47,14	247,00
Set-09	8821	282,84	248,00
Out-09	-3910	282,84	0,00
Nov-09	8673	353,56	145,00
Dez-09	9304	377,13	325,00

A Tabela 24 apresenta os cálculos auxiliares do consumo de gás propano em KWh da Residência Masculina Ferragial em 2009.

Tabela 24 - Cálculos auxiliares do consumo de gás propano em KWh da Residência Masculina Ferragial em 2009

Gás utilizado	Propano
PCI (KWh/kg)	12,88 KWh/kg *
Massa específica - ρ	1,83 kg/m ³ *
PCI (KWh/m ³)	23,57 KWh/m ³

*(Çengel, 1998)

** valores retirados das facturas de gás

6.3 - Indicadores de consumo energético (Energia primária por ocupação nominal e por área útil de pavimento) da Residência Masculina Ferragial

Aplicando os factores de conversão (Tabela 18 da tese), obteve-se o consumo de electricidade, gás e o consumo global (Qglobal) em kgep da Residência Masculina Ferragial em 2009 (Tabela 25).

Tabela 25 – Consumo de electricidade, gás e global (Kgep) da Residência Masculina Ferragial em 2009

Período de Facturação	Electricidade (Kgep)	Gás (Kgep)	Q global (Kgep)
Jan-09	5275,97	64,87	5340,84
Fev-09	2803,72	46,62	2850,34
Mar-09	2534,60	60,81	2595,41
Abr-09	4003,74	46,62	4050,36
Mai-09	2394,82	40,54	2435,36
Jun-09	2357,12	48,65	2405,77
Jul-09	2517,20	30,41	2547,61
Ago-09	2598,98	4,05	2603,03
Set-09	2558,09	24,32	2582,41
Out-09	-1133,90	24,32	-1109,58
Nov-09	2515,17	30,41	2545,58
Dez-09	2698,16	32,43	2730,59
Total	31123,67	454,06	31577,73

A Residência Masculina Ferragial apresentou um consumo global de 31577,73 Kgep/ano, uma ocupação nominal (n) de 84 estudantes e uma área útil de pavimento (ap) de 1440 m².

Desta forma:

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{ocupante}} = \frac{\text{Qglobal}}{n} = 375,93 \text{ Kgep/estudante.ano}$$

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{área de pavimento}} = \frac{\text{Qglobal}}{\text{ap}} = 21,93 \text{ Kgep/m}^2\text{.ano}$$

Dividindo a energia primária por ocupação nominal pela energia primária por área útil de pavimento, obteve-se a área disponível para cada estudante da Residência Masculina Ferragial, que foi de 17,14 m²/estudante.

7 – Consumos energéticos da Residência Feminina Oásis em 2009

7.1 - Facturas de electricidade, água e de gás da Residência Feminina Oásis

A Tabela 26 apresenta o consumo de água dos apartamentos 7ªA , 9ªA , 11ªA, 13ªA e o consumo global de água da Residência Feminina Oásis em 2009.

Tabela 26 – Facturas de água (euro) da Residência Feminina Oásis em 2009

Período de Facturação	Água Apart. 7ªA (euro)	Água Apart. 9ªA (euro)	Água Apart. 11ªA (euro)	Água Apart. 13ªA (euro)	Água Total (euro)
Jan-09	50,17	69,67	63,17	21,81	204,82
Fev-09	74,13	60,84	84,19	51,14	270,30
Mar-09	28,33	47,60	57,70	34,88	168,51
Abr-09	90,54	74,01	93,71	47,85	306,11
Mai-09	57,62	58,05	71,19	47,74	234,60
Jun-09	71,05	71,12	97,72	57,76	297,65
Jul-09	77,49	81,00	97,53	51,05	307,07
Ago-09	37,92	47,94	57,70	37,64	181,20
Set-09	18,97	12,72	9,65	6,51	47,85
Out-09	37,52	25,13	34,46	28,23	125,34
Nov-09	90,00	70,34	83,45	60,45	304,24
Dez-09	67,06	70,33	80,16	50,61	268,16
Total	700,80	688,75	830,63	495,67	2715,85

A Tabela 27 apresenta o consumo de gás dos apartamentos 7ªA , 9ªA , 11ªA, 13ªA e o consumo global de gás da Residência Feminina Oásis em 2009.

Tabela 27 – Facturas de gás (euro) da Residência Feminina Oásis em 2009

Período de Facturação	Gás Apart. 7ªA (euro)	Gás Apart. 9ªA (euro)	Gás Apart. 11ªA (euro)	Gás Apart. 13ªA (euro)	Gás total (euro)
Jan-09	71,91	65,65	81,32	56,24	275,12
Fev-09	27,94	46,74	49,88	27,94	152,50
Mar-09	68,78	65,65	75,06	49,98	259,47
Abr-09	54,66	57,67	57,67	51,65	221,65
Mai-09	45,09	57,13	69,18	54,13	225,53
Jun-09	41,98	41,98	54,03	32,96	170,95
Jul-09	21,32	24,33	36,37	24,33	106,35
Ago-09	6,18	6,18	6,18	3,17	21,71
Set-09	30,45	18,42	27,44	30,45	106,76
Out-09	36,01	36,01	51,06	45,04	168,12
Nov-09	34,62	44,09	56,71	47,24	182,66
Dez-09	48,59	48,59	61,55	42,15	200,88
Total	487,53	512,44	626,45	465,28	2091,70

A Tabela 28 apresenta o consumo de electricidade dos apartamentos 7ºA , 9ºA , 11ºA, 13ºA e o consumo global de electricidade da Residência Feminina Oásis em 2009.

Tabela 28 – Facturas de electricidade (euro) da Residência Feminina Oásis em 2009

Período de Facturação	Electricidade Apart. 7ºA (euro)	Electricidade Apart. 9ºA (euro)	Electricidade Apart. 11ºA (euro)	Electricidade Apart. 13ºA (euro)	Electricidade Total (euro)
Jan-09	153,92	154,36	89,54	88,13	485,95
Fev-09	50,42	49,92	47,12	42,92	190,38
Mar-09	45,46	45,08	42,53	38,84	171,91
Abr-09	112,48	146,55	56,41	99,27	414,71
Mai-09	48,51	52,84	38,85	41,14	181,34
Jun-09	47,43	51,75	38,01	40,18	177,37
Jul-09	3,51	14,71	37,59	23,47	79,28
Ago-09	47,05	52,01	40,19	41,33	180,58
Set-09	46,68	51,63	39,93	41,08	179,32
Out-09	-28,56	-40,38	-10,37	-16,47	-95,78
Nov-09	49,28	53,09	40,76	41,65	184,78
Dez-09	55,06	59,39	45,39	46,29	206,13
Total	631,24	690,95	505,95	527,83	2355,97

7.2 – Consumo de electricidade, água e de gás da Residência Feminina Oásis

Os valores do consumo de electricidade em KWh e de água em m³ foram retirados directamente das facturas, e os valores do consumo de gás propano em KWh foram obtidos através da equação 3.

A Tabela 29 apresenta o consumo de electricidade (KWh), gás propano (KWh) e de água (m³) da Residência Feminina Oásis em 2009.

Tabela 29 - Consumo de electricidade (KWh), gás (KWh) e de água (m³) da Residência Feminina Oásis em 2009

Período de Facturação	Electricidade (KWh)	Gás (KWh)	Água (m ³)
Jan-09	3848,00	1979,91	57,00
Fev-09	1383,00	1060,67	76,00
Mar-09	1242,00	1862,06	45,00
Abr-09	3143,00	1626,36	87,00
Mai-09	1312,00	1673,50	65,00
Jun-09	1283,00	1249,23	84,00
Jul-09	505,00	730,68	87,00
Ago-09	1304,00	70,71	49,00
Set-09	1294,00	730,68	7,00
Out-09	-867,00	1225,66	32,00
Nov-09	1339,00	1272,80	87,00
Dez-09	1505,00	1367,08	76,00

A Tabela 30 apresenta os cálculos auxiliares do consumo de gás propano em KWh da Residência Feminina Oásis em 2009.

Tabela 30 - Cálculos auxiliares do consumo de gás propano em KWh da Residência Feminina Oásis em 2009

Gás utilizado	Propano
PCI (KWh/kg)	12,88 KWh/kg *
Massa específica - ρ	1,83 kg/m ³ *
PCI (KWh/m ³)	23,57 KWh/m ³

*(Çengel, 1998)

** valores retirados das facturas de gás

7.3 - Indicadores de consumo energético (Energia primária por ocupação nominal e por área útil de pavimento) da Residência Feminina Oásis

Aplicando os factores de conversão (Tabela 18 da tese), obteve-se o consumo de electricidade, gás propano e o consumo global (Qglobal) em kgep da Residência Feminina Oásis em 2009 (Tabela 31).

Tabela 31 – Consumo de electricidade, gás e global (Kgep) da Residência Feminina Oásis em 2009

Período de Facturação	Electricidade (Kgep)	Gás (Kgep)	Q global (Kgep)
Jan-09	1115,92	170,27	1286,19
Fev-09	401,07	91,22	492,29
Mar-09	360,18	160,14	520,32
Abr-09	911,47	139,87	1051,34
Mai-09	380,48	143,92	524,40
Jun-09	372,07	107,43	479,50
Jul-09	146,45	62,84	209,29
Ago-09	378,16	6,08	384,24
Set-09	375,26	62,84	438,10
Out-09	-251,43	105,41	-146,02
Nov-09	388,31	109,46	497,77
Dez-09	436,45	117,57	554,02
Total	5014,39	1277,04	6291,43

A Residência Feminina Oásis apresentou um consumo global de 6291,43 Kgep/ano, uma ocupação nominal (n) de 28 estudantes e uma área útil de pavimento (ap) de 520 m².

Desta forma:

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{ocupante}} = \frac{\text{Qglobal}}{n} = \mathbf{224,69 \text{ Kgep/estudante.ano}}$$

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{área de pavimento}} = \frac{\text{Qglobal}}{ap} = \mathbf{12,10 \text{ Kgep/m}^2\text{.ano}}$$

Dividindo a energia primária por ocupação nominal pela energia primária por área útil de pavimento, obteve-se a área disponível para cada estudante da Residência Feminina Oásis, que foi de 18,57 m²/estudante.

8 – Consumos energéticos da Residência Masculina de Monte Branco em 2009

8.1 - Facturas de electricidade, água e de gás da Residência Masculina de Monte Branco

A Tabela 32 apresenta os valores das facturas de água, gás (garrafas de propano de 35 Kg) e de electricidade da Residência Masculina de Monte Branco em 2009.

Tabela 32 – Facturas de água, gás e electricidade (euro) da Residência Masculina de Monte Branco em 2009

Período de Facturação	Água (euro)	Gás (euro)	Garrafas de propano de 35 kg	Electricidade (euro)
Jan-09	506,85	678,00	12	2052,93
Fev-09	618,71	678,00	12	860,01
Mar-09	511,84	678,00	12	786,83
Abr-09	641,16	508,50	9	1431,50
Mai-09	581,48	441,00	9	820,20
Jun-09	741,06	588,00	12	801,87
Jul-09	758,80	294,00	6	894,05
Ago-09	404,33	0,00	0	869,19
Set-09	130,68	147,00	3	866,43
Out-09	495,56	441,00	9	-1245,54
Nov-09	559,46	294,00	6	786,77
Dez-09	603,93	441,00	9	833,84
Total	6553,86	5188,50	99	9758,08

8.2 – Consumo de electricidade, água e de gás da Residência Masculina Monte Branco

Os valores do consumo de electricidade em KWh e de água em m³ foram retirados directamente das facturas, e os valores do consumo de gás propano em KWh foram obtidos através das equações 1 e 2.

A Tabela 33 apresenta o consumo de electricidade (KWh), gás propano (KWh) e de água (m³) da Residência Masculina Monte Branco em 2009.

Tabela 33 - Consumo de electricidade (KWh), gás (KWh) e de água (m³) da Residência Masculina Monte Branco em 2009

Período de Facturação	Electricidade (KWh)	Gás (KWh)	Água (m ³)
Jan-09	16025,00	5137,13	152,00
Fev-09	6019,00	5137,13	182,00
Mar-09	5481,00	5137,13	150,00
Abr-09	10810,00	3852,85	191,00
Mai-09	5679,00	3852,85	172,00
Jun-09	5567,00	5137,13	214,00
Jul-09	6224,00	2568,57	215,00
Ago-09	6055,00	0,00	111,00
Set-09	6032,00	1284,28	31,00
Out-09	-11947,00	3852,85	139,00
Nov-09	5394,00	2568,57	158,00
Dez-09	5737,00	3852,85	171,00

A Tabela 34 apresenta os cálculos auxiliares do consumo de gás propano em KWh da Residência Masculina Monte Branco em 2009.

Tabela 34 - Cálculos auxiliares do consumo de gás propano em KWh da Residência Masculina Monte Branco em 2009

Gás utilizado	Propano
PCI (KWh/kg)	12,88 KWh/kg *
Factor de retenção	0,05
Quantidade (kg)	35 kg **
Quantidade real (kg)	33,25 kg

*(Çengel, 1998)

** valores retirados das facturas de gás

8.3 - Indicadores de consumo energético (Energia primária por ocupação nominal e por área útil de pavimento) da Residência Masculina Monte Branco

Aplicando os factores de conversão (Tabela 18 da tese), obteve-se o consumo de electricidade, gás e o consumo global (Qglobal) em kgep da Residência Masculina Monte Branco (Tabela 35).

Tabela 35 – Consumo de electricidade, gás e global (Kgep) para a Residência Masculina Monte Branco em 2009

Período de Facturação	Electricidade (Kgep)	Gás (Kgep)	Q global (Kgep)
Jan-09	4647,25	441,79	5089,04
Fev-09	1745,51	441,79	2187,30
Mar-09	1589,49	441,79	2031,28
Abr-09	3134,90	331,35	3466,25
Mai-09	1646,91	331,35	1978,26
Jun-09	1614,43	441,79	2056,22
Jul-09	1804,96	220,90	2025,86
Ago-09	1755,95	0,00	1755,95
Set-09	1749,28	110,45	1859,73
Out-09	-3464,63	331,35	-3133,28
Nov-09	1564,26	220,90	1785,16
Dez-09	1663,73	331,35	1995,08
Total	19452,04	3644,80	23096,84

A Residência Masculina Monte Branco apresentou um consumo global de 23096,84 Kgep/ano, uma ocupação nominal (n) de 48 estudantes e uma área útil de pavimento (ap) de 1440 m².

Desta forma:

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{ocupante}} = \frac{\text{Qglobal}}{n} = \mathbf{481,18 \text{ Kgep/estudante.ano}}$$

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{área de pavimento}} = \frac{\text{Qglobal}}{\text{ap}} = \mathbf{16,04 \text{ Kgep/m}^2\text{.ano}}$$

Dividindo a energia primária por ocupação nominal pela energia primária por área útil de pavimento, obteve-se a área disponível para cada estudante da Residência Masculina Monte Branco, que foi de 30,00 m²/estudante.

9 – Consumos energéticos da Residência Feminina de Monte Branco em 2009

9.1 - Facturas de electricidade, água e de gás da Residência Feminina de Monte Branco

A Tabela 36 apresenta os valores das facturas de água, gás (garrafas de propano de 35 Kg) e electricidade da Residência Feminina de Monte Branco em 2009.

Tabela 36 – Facturas de água, gás e de electricidade (euro) da Residência Feminina de Monte Branco em 2009

Período de Facturação	Água (euro)	Gás (euro)	Garrafas de propano de 35 kg	Electricidade (euro)
Jan-09	554,47	169,50	3	2226,27
Fev-09	832,77	0,00	0	904,84
Mar-09	712,82	113,00	2	820,79
Abr-09	857,29	113,00	2	1604,91
Mai-09	826,05	98,00	2	856,77
Jun-09	920,74	98,00	2	842,00
Jul-09	750,68	0,00	0	616,59
Ago-09	299,14	0,00	0	896,71
Set-09	32,56	98,00	2	882,19
Out-09	529,72	0,00	0	-401,13
Nov-09	814,88	98,00	2	884,91
Dez-09	978,53	98,00	2	949,34
Total	8109,65	885,50	17	11084,19

9.2 – Consumo de electricidade, água e gás da Residência Feminina Monte Branco

Os valores do consumo de electricidade em KWh e de água em m³ foram retirados directamente das facturas, e os valores do consumo de gás propano em KWh foram obtidos através das equações 1 e 2.

A Tabela 37 apresenta o consumo de electricidade (KWh), gás propano (KWh) e de água (m³) da Residência Feminina Monte Branco em 2009.

Tabela 37 - Consumo de electricidade (KWh), gás (KWh) e de água (m³) da Residência Feminina Monte Branco em 2009

Período de Facturação	Electricidade (KWh)	Gás (KWh)	Água (m ³)
Jan-09	17812,00	1284,28	163,00
Fev-09	6760,00	0,00	241,00
Mar-09	6106,00	856,19	207,00
Abr-09	12674,00	856,19	250,00
Mai-09	6353,00	856,19	239,00
Jun-09	6258,00	856,19	266,00
Jul-09	4218,00	0,00	217,00
Ago-09	6661,00	0,00	85,00
Set-09	6538,00	856,19	6,00
Out-09	-4338,00	0,00	154,00
Nov-09	6593,00	856,19	238,00
Dez-09	7079,00	856,19	286,00

A Tabela 38 apresenta os cálculos auxiliares do consumo de gás propano em KWh da Residência Feminina Monte Branco em 2009.

Tabela 38 - Cálculos auxiliares do consumo de gás propano em KWh da Residência Feminina Monte Branco em 2009

Gás utilizado	Propano
PCI (KWh/kg)	12,88 KWh/kg *
Factor de retenção	0,05
Quantidade (kg)	35 kg **
Quantidade real (kg)	33,25 kg

*(Çengel, 1998)

** valores retirados das facturas de gás

9.3 - Indicadores de consumo energético (Energia primária por ocupação nominal e por área útil de pavimento) da Residência Feminina Monte Branco

Aplicando os factores de conversão (Tabela 18 da tese), obteve-se o consumo de electricidade, de gás e o consumo global (Qglobal) em kgep da Residência Feminina Monte Branco (Tabela 39).

Tabela 39 – Consumo de electricidade, gás e global (Kgep) da Residência Feminina Monte Branco em 2009

Período de Facturação	Electricidade (Kgep)	Gás (Kgep)	Q global (Kgep)
Jan-09	5165,48	110,45	5275,93
Fev-09	1960,40	0,00	1960,40
Mar-09	1770,74	73,63	1844,37
Abr-09	3675,46	73,63	3749,09
Mai-09	1842,37	73,63	1916,00
Jun-09	1814,82	73,63	1888,45
Jul-09	1223,22	0,00	1223,22
Ago-09	1931,69	0,00	1931,69
Set-09	1896,02	73,63	1969,65
Out-09	-1258,02	0,00	-1258,02
Nov-09	1911,97	73,63	1985,60
Dez-09	2052,91	73,63	2126,54
Total	23987,06	625,87	24612,93

A Residência Feminina Monte Branco apresentou um consumo global de 24612,93 Kgep/ano, uma ocupação nominal (n) de 84 estudantes e uma área útil de pavimento (ap) de 1440 m².

Desta forma:

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{ocupante}} = \frac{\text{Qglobal}}{n} = \mathbf{293,01 \text{ Kgep/estudante.ano}}$$

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{área de pavimento}} = \frac{\text{Qglobal}}{\text{ap}} = \mathbf{17,09 \text{ Kgep/m}^2\text{.ano}}$$

Dividindo a energia primária por ocupação nominal pela energia primária por área útil de pavimento, obteve-se a área disponível para cada estudante da Residência Feminina Monte Branco, que foi de 17,14 m²/estudante.

10 – Consumos energéticos da Residência Feminina/Masculina de Portimão em 2009

10.1 - Facturas de electricidade, água e de gás da Residência Feminina/Masculina de Portimão

As tabelas seguintes apresentam os valores das facturas de água, gás e electricidade dos apartamentos 1º Direito, 2º Direito, 4º Direito, 9º Direito e o consumo global da Residência Feminina/Masculina de Portimão em 2009.

Tabela 40 – Facturas de água (euro) da Residência Feminina/Masculina de Portimão em 2009

Período de Facturação	Água Apart. 1º Dto. (euro)	Água Apart. 2º Dto. (euro)	Água Apart. 4º Dto. (euro)	Água Apart. 9º Dto. (euro)	Água Total (euro)
Jan-09	30,82	32,17	7,91	44,30	115,20
Fev-09	26,68	32,04	7,91	40,09	106,72
Mar-09	44,25	51,16	16,59	52,55	164,55
Abr-09	35,96	45,63	22,12	40,10	143,81
Mai-09	38,71	38,71	27,66	48,40	153,48
Jun-09	38,71	37,33	17,98	38,71	132,73
Jul-09	12,44	55,31	27,66	42,87	138,28
Ago-09	27,66	13,82	24,89	13,82	80,19
Set-09	12,44	13,82	12,44	12,44	51,14
Out-09	34,57	35,96	17,98	38,71	127,22
Nov-09	8,30	22,12	33,19	15,21	78,82
Dez-09	22,12	29,03	26,27	27,66	105,08
Total	332,66	407,10	242,60	414,86	1397,22

Tabela 41 – Facturas de gás (euro) da Residência Feminina/Masculina de Portimão em 2009

Período de Facturação	Gás Apart. 1º Dto. (euro)	Gás Apart. 2º Dto. (euro)	Gás Apart. 4º Dto. (euro)	Gás Apart. 9º Dto. (euro)	Gás Total (euro)
Jan-09	52,53	30,27	5,95	50,53	139,28
Fev-09	36,53	25,17	3,83	36,53	102,06
Mar-09	15,35	23,96	8,06	34,63	82,00
Abr-09	49,31	47,36	22,12	55,27	174,06
Mai-09	38,44	39,12	16,58	43,77	137,91
Jun-09	36,90	39,53	23,02	44,82	144,27
Jul-09	21,09	33,38	14,04	22,46	90,97
Ago-09	35,54	38,68	17,92	40,59	132,73
Set-09	0,00	0,00	2,21	0,00	2,21
Out-09	16,59	19,84	13,76	10,26	60,45
Nov-09	11,84	25,31	22,66	9,23	69,04
Dez-09	10,41	14,25	9,14	9,78	43,58
Total	324,53	336,87	159,29	357,87	1178,56

Tabela 42 – Facturas de electricidade (euro) da Residência Feminina/Masculina de Portimão em 2009

Período de Facturação	Electricidade Apart. 1º Dto. (euro)	Electricidade Apart. 2º Dto. (euro)	Electricidade Apart. 4º Dto. (euro)	Electricidade Apart. 9º Dto. (euro)	Electricidade Total (euro)
Jan-09	163,73	105,82	-13,09	132,52	388,98
Fev-09	68,57	63,10	54,20	57,76	243,63
Mar-09	61,61	56,78	48,89	52,07	219,35
Abr-09	128,93	69,55	7,89	91,44	297,81
Mai-09	63,86	51,79	38,56	50,38	204,59
Jun-09	62,73	50,91	37,81	49,38	200,83
Jul-09	16,67	42,48	18,05	51,25	128,45
Ago-09	64,48	53,04	30,03	53,68	201,23
Set-09	63,98	52,66	29,90	53,43	199,97
Out-09	-43,84	-24,13	16,94	-35,07	-86,10
Nov-09	64,38	52,54	31,06	54,83	202,81
Dez-09	71,60	58,26	35,69	60,80	226,35
Total	786,70	632,80	335,93	672,47	2427,90

10.2 – Consumo de electricidade, água e gás da Residência Feminina/Masculina de Portimão

Os valores do consumo de electricidade e de gás natural em KWh, e de água em m³ foram retirados directamente das facturas e encontram-se descritos na Tabela 43.

Tabela 43 - Consumo de electricidade (KWh), gás (KWh) e de água (m³) da Residência Feminina/Masculina de Portimão em 2009

Período de Facturação	Electricidade (KWh)	Gás (KWh)	Água (m ³)
Jan-09	1603,00	2013,00	62,00
Fev-09	1169,00	1560,00	56,00
Mar-09	1044,00	1239,00	95,00
Abr-09	1109,00	2600,00	80,00
Mai-09	899,00	2128,00	87,00
Jun-09	884,00	2062,00	72,00
Jul-09	660,00	1229,00	76,00
Ago-09	862,00	2091,00	34,00
Set-09	856,00	-72,00	13,00
Out-09	-540,00	1028,00	68,00
Nov-09	881,00	785,00	33,00
Dez-09	989,00	1173,00	52,00

10.3 - Indicadores de consumo energético (Energia primária por ocupação nominal e por área útil de pavimento) da Residência Feminina/Masculina de Portimão

Aplicando os factores de conversão (Tabela 18 da tese), obteve-se o consumo de electricidade, de gás e o consumo global (Qglobal) em kgep da Residência Feminina/Masculina de Portimão (Tabela 44).

Tabela 44 – Consumo de electricidade, gás e global (Kgep) da Residência Feminina/Masculina de Portimão em 2009

Período de Facturação	Electricidade (Kgep)	Gás (Kgep)	Q global (Kgep)
Jan-09	464,87	173,12	637,99
Fev-09	339,01	134,16	473,17
Mar-09	302,76	106,55	409,31
Abr-09	321,61	223,60	545,21
Mai-09	260,71	183,01	443,72
Jun-09	256,36	177,33	433,69
Jul-09	191,40	105,69	297,09
Ago-09	249,98	179,83	429,81
Set-09	248,24	-6,19	242,05
Out-09	-156,60	88,41	-68,19
Nov-09	255,49	67,51	323,00
Dez-09	286,81	100,88	387,69
Total	3020,64	1533,90	4554,54

A Residência Feminina/Masculina de Portimão apresentou um consumo global de 4554,54 Kgep/ano, uma ocupação nominal (n) de 28 estudantes e uma área útil de pavimento (ap) de 526 m².

Desta forma:

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{ocupante}} = \frac{\text{Qglobal}}{n} = \mathbf{162,66 \text{ Kgep/estudante.ano}}$$

$$\frac{\text{Energia primária}}{\text{área de pavimento}} = \frac{\text{Qglobal}}{\text{ap}} = \mathbf{8,66 \text{ Kgep/m}^2\text{.ano}}$$

Dividindo a energia primária por ocupação nominal pela energia primária por área útil de pavimento, obteve-se a área disponível para cada estudante da Residência Feminina/Masculina de Portimão, que foi de 18,79 m²/estudante.

ANEXO II – Caracterização das residências de estudantes da Universidade do Algarve

Residências de estudantes da Universidade do Algarve	Morada	Telefone
Residência Feminina do Campus da Penha	Quinta da Penha 8005-139 Faro	289 805519
Residência da Carreira do Tiro	Praceta Salgueiro Maia Bloco D (1ºD e 10ºA) 8000-173 Faro	1ºD - 289 806697 10ºA - 289 801188
Residência Masculina de Berlim	Rua de Berlim, nº 79 8000-278 Faro	289 801290
Residência Feminina do Albacor	Rua Brites de Almeida, nº 25 8000-234 Faro	289 807507
Residência Feminina Ferragial	Urbanização do Ferragial, Lote 16 8000-544 Faro	289 821395
Residência Masculina Ferragial	Urbanização do Ferragial, Lote 17 8000-544 Faro	289 821394
Residência Feminina do Oásis	Edifício Oásis, Estrada Nacional 125 (7ºA, 9ºA, 11ºA e 13º A) 8005-770 Faro	7º A - 289 807262 9º A - 289 807263 10º A - 289 807267 13º A - 289 807269
Residência Masculina de Monte Branco	Rua das Violetas, Lote O, Gambelas 8005-200 Faro	289 817095
Residência Feminina de Monte Branco	Rua das Hortências, Lote E, Gambelas 8005-194 Faro	289 815973
Residência Feminina/Masculina de Portimão	Urbanização de S.Sebastião, Lote 1, 1ºB Sul, 2ºB Sul, 4ªA Poente, 9ªA Poente 8500- 766 Portimão	

Tabela 1 – Moradas e telefones das residências de estudantes da Universidade do Algarve



Figura 1 – Residência Feminina Campus da Penha (CD de apresentação dos Serviços de Acção Social da Universidade do Algarve, 2005)

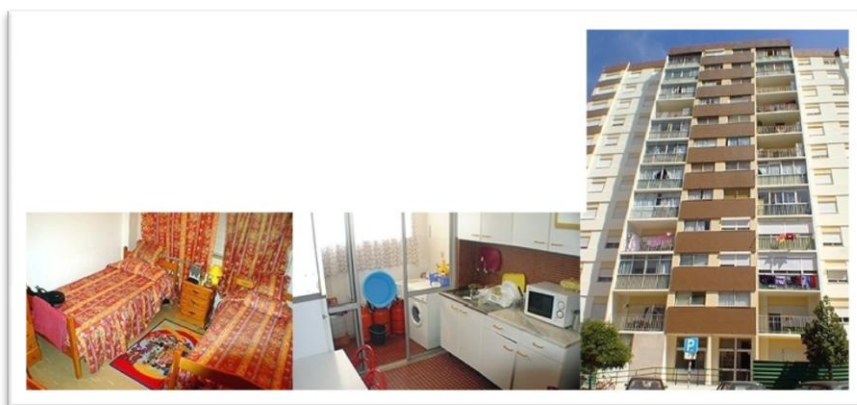


Figura 2 – Residência Feminina Carreira de Tiro (CD de apresentação dos Serviços de Acção Social da Universidade do Algarve, 2005)



Figura 3 – Residência Masculina Rua de Berlim (CD de apresentação dos Serviços de Acção Social da Universidade do Algarve, 2005)



Figura 4 – Residência Feminina Albacor (CD de apresentação dos Serviços de Acção Social da Universidade do Algarve, 2005)



Figura 5 – Residência Feminina Ferragial / Residência Masculina Ferragial (CD de apresentação dos Serviços de Acção Social da Universidade do Algarve, 2005)



Figura 6 – Residência Feminina Oásis (CD de apresentação dos Serviços de Acção Social da Universidade do Algarve, 2005)



Figura 7 – Residência Masculina de Monte Branco (CD de apresentação dos Serviços de Acção Social da Universidade do Algarve, 2005)



Figura 8 – Residência Feminina de Monte Branco (CD de apresentação dos Serviços de Acção Social da Universidade do Algarve, 2005)



Figura 9 – Residência Feminina/Masculina de Portimão (CD de apresentação dos Serviços de Acção Social da Universidade do Algarve, 2005)



Figura 10 – Lavandaria da Residência Masculina Ferragial

ANEXO III – Equipamentos e aparelhos

Aparelho	Off-mode (W)	Standby (W)
DVD	9	17
Aparelhagens	16	25
Televisão	16	30
Vídeo	9	18
Computador	14	25
Impressora	16	20
Colunas de computador	8	11
Scanner	6	21

Figura 1 – Potência máxima de equipamentos em modo “stand-by” e “off-mode” (Ecocasa, 2010)

O consumo dos seus aparelhos		
Aparelhos	Potência média (Watt)	Consumo médio mensal (kWh)
Iluminação	500	12
Ferro de engomar	1.000	15
Secador	500	5
Televisão	200	30
Arca congeladora	200	30
Frigorífico	200	40
Máq. lavar roupa	2.500	50
Máq. lavar loiça	3.000	60
Fogão eléctrico	5.000	150
Forno eléctrico	2.000	20
Fritadeira eléctrica	1.500	10
Computador	250	15
Microondas	1.000	2
Termoacumulador	12-14 (W/litro)	200
Aquecimento	70-90 (W/m²)	15-20 (kWh/m²)*
Ar condicionado	15-20 (W/m²)	3-4 (kWh/m²)*

Figura 2 – Potências e consumos médios mensais de aparelhos (EDP – Guia do cliente 2010)
*dependendo do nível de isolamento da habitação e da utilização do equipamento

Tabela de potências		
Potência a contratar	Possibilidades de utilização	
1,15 kVA	<ul style="list-style-type: none"> . Iluminação . Rádio . TV 	<p>e também ▶ desde que não funcionem em simultâneo)</p> <ul style="list-style-type: none"> . Ferro . Aquecedor
3,45 kVA	<ul style="list-style-type: none"> . Iluminação . Secador . Ferro . TV . Frigorífico 	<p>e também ▶ desde que não funcionem em simultâneo)</p> <ul style="list-style-type: none"> . Ar condicionado . Máquina louça . Máquina roupa . Forno
6,9 kVA	<ul style="list-style-type: none"> . Iluminação . Secador . Ferro . TV . Microondas . Frigorífico 	<p>e também ▶ desde que não funcionem em simultâneo)</p> <ul style="list-style-type: none"> . Termoacumulador . Máquina roupa . Máquina louça . Forno . Ar Condicionado
10,35 kVA	<ul style="list-style-type: none"> . Iluminação . Secador . Ar condicionado . Ferro . Máquina roupa . TV . Microondas . Frigorífico 	<p>e também ▶ desde que não funcionem em simultâneo)</p> <ul style="list-style-type: none"> . Termoacumulador . Máquina louça . Forno
13,8 kVA	<ul style="list-style-type: none"> . Iluminação . TV . Microondas . Ferro . Forno . Secador . Máquina roupa . Frigorífico 	<p>e também ▶ desde que não funcionem em simultâneo)</p> <ul style="list-style-type: none"> . Termoacumulador . Máquina louça

Figura 3 – Tabela de potências a contratar (EDP – Guia do cliente 2010)



Figura 4 – Funcionamento de um redutor de caudal (Ecocasa, 2010)



Figura 5– Chuveiro com redução de caudal (Ecocasa, 2010)



Figura 6 – Frigoríficos do 2º andar da Residência Masculina Ferragial com as borrachas das portas danificadas

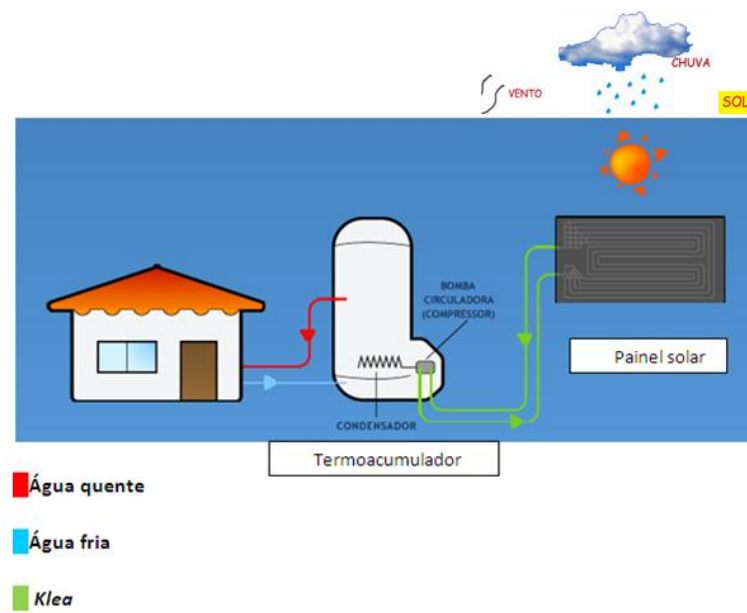


Figura 7 – Princípio de funcionamento da bomba de calor (Energie, 2010)



Figura 8 – Reservatórios de água das bombas de calor (reservatório 1 à esquerda e reservatório 2 à direita)



Figura 9 – Bombas de calor da Residência Masculina Ferragial



Figura 10 – Evaporadores das bombas de calor

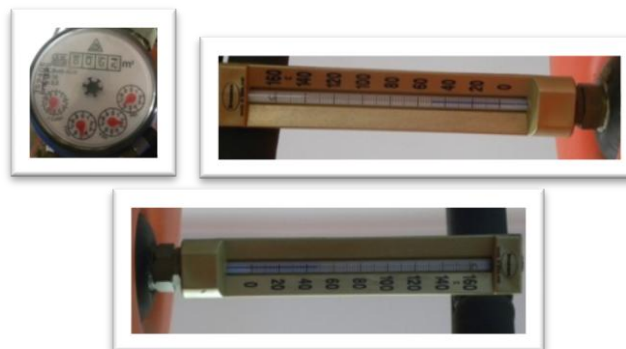


Figura 11 – Contador de água e termômetros dos reservatórios de água 1 e 2

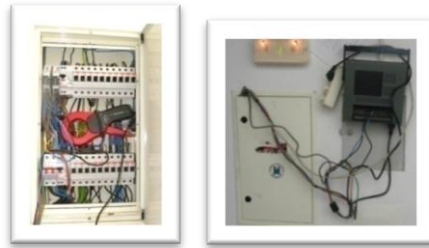


Figura 12 - Quadro eléctrico do apartamento 3º Direito com as ligações ao analisador de energia eléctrica



Figura 13 - Quadro eléctrico das bombas de calor com as ligações ao analisador de energia eléctrica



Figura 14 - Medidor de parâmetros externos de conforto térmico



Figura 15 – Luxímetro

Tabela 1 – Capacidade do frigorífico consoante o número de pessoas (Topten, 2010)

Número de pessoas	Capacidade total	Capacidade do frigorífico	Capacidade do congelador
1 pessoa	110 - 190 litros	100 - 150 litros	10 - 40 litros
2 pessoas	200 - 310 litros	150 - 250 litros	50 - 60 litros
3 pessoas	260 - 370 litros	200 - 300 litros	60 - 70 litros
4 ou + pessoas	+ 300 litros	+ 250 litros	+ 70 litros

Tabela 2 – Classe climática do frigorífico (Topten, 2010)

Classe climática	Intervalo de temperatura
SN (temperada alargada)	+10 a +32 °C
N (temperada)	+16 a +32°C
ST (sub-tropical)	+16 a +38°C
T (tropical)	+16 a +43°C

Tabela 3 – Relação entre o número de pessoas e a capacidade de carga em máquinas de lavar roupa (Topten, 2010)

Nº de pessoas	Capacidade de carga
1 a 3 pessoas	5 kg
4 a 5	5 – 6 kg
mais de 5 pessoas	7 - 8 kg

ANEXO IV – Iluminárias**Tabela 1** - Iluminância nas zonas de tráfego e áreas gerais no interior de edifícios e nos edifícios educacionais (EN 12464 – 1)

Divisão	Iluminância (lux)
Áreas de circulação e corredores	100
Escadas	150
Sala de descanso	100
Casa de banho e lavabos	200
Sala de aula, tutorial e prática de informática	300
Cozinha	500

Tabela 2 - Níveis de iluminância aconselhados pela PHILIPS

Espaço	Actividade	Iluminância (lux)
Quartos	Geral	150
	Secretária	250-500
Casas de banho		150
Cozinhas		250-500
Lavandarias	Lavagem	150
	Engomação de peças lisas, pesagem e marcação	250-500
	Engomação à máquina, escolha	250-500
	Engomação manual de peças delicadas	500-1000
Corredores e escadas		150
Mínimo	Para áreas de trabalho	150

ANEXO V – Medições na Residência Masculina Ferragial

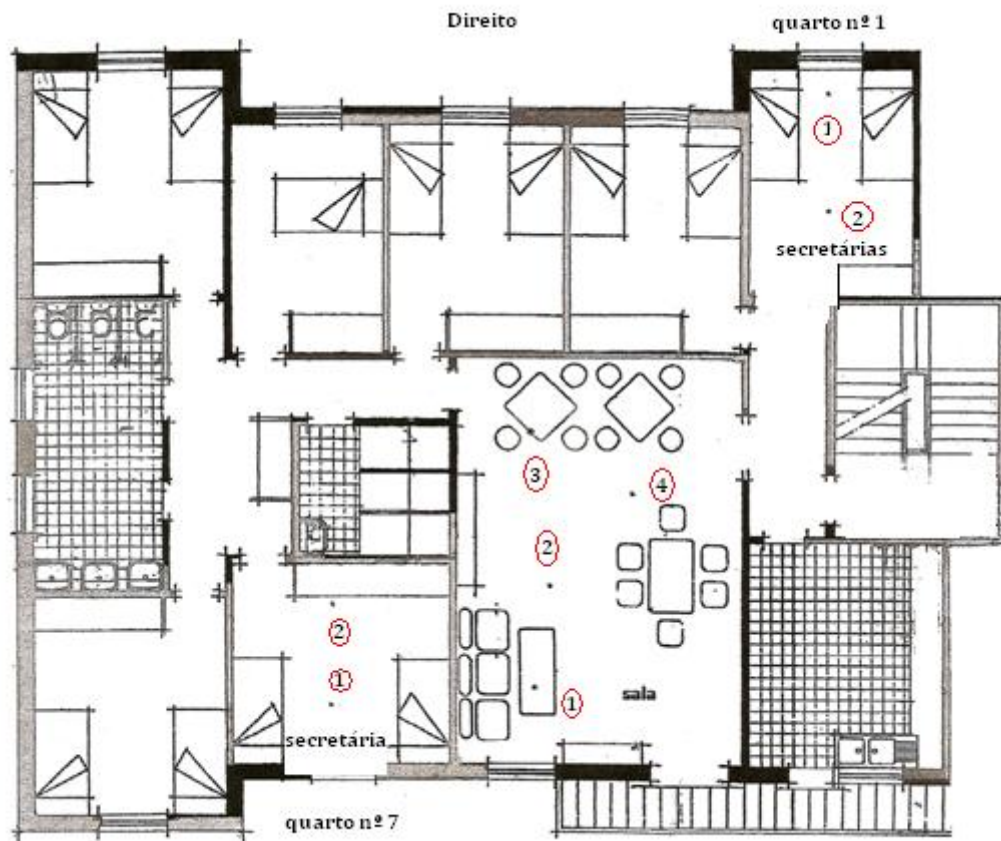


Figura 1 – Planta do 1º, 2º e 3º andar direito da Residência Masculina Ferragial com a marcação dos pontos para as medições nas divisões

Escala 1/100

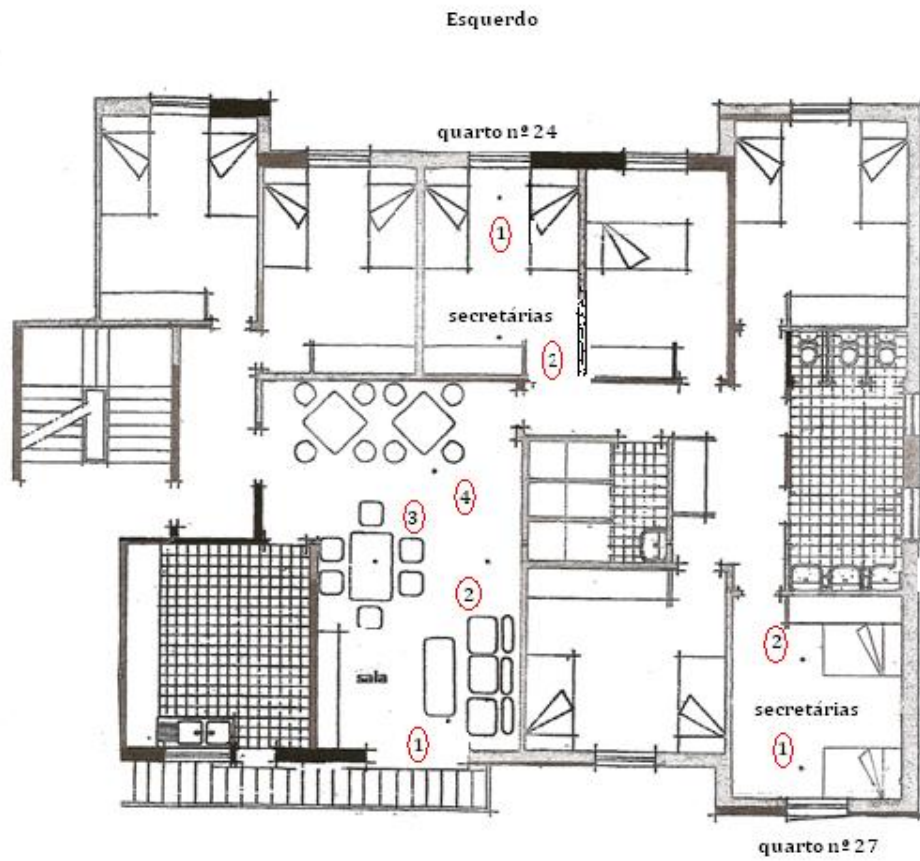


Figura 2 – Planta do 1º, 2º e 3º andar esquerdo da Residência Masculina Ferragial com a marcação dos pontos para as medições nas divisões

Escala 1/100

Tabela 1 – Registo de valores dos contadores dos quadros eléctricos da Residência Masculina Ferragial (de 19 a 27 de Abril de 2010)

Dia de registo/ contadores dos quadros eléctricos	2º feira 19-04-2010	3º feira 20-04-2010	4º feira 21-04-2010	5º feira 22-04-2010	6º feira 23-04-2010	Sábado 24-04-2010	Domingo 25-04-2010	2ºfeira 26-04-2010	3º feira 27-04-2010
Hora de registo	17:00	16:20	16:00	16:10	16:10	16:15	16:10	16:00	16:15
1º esquerdo (KWh)	434	444	454	465	476	486	499	512	524
1º direito (KWh)	908	925	947	967	982	1000	1017	1035	1051
2º esquerdo (KWh)	854	874	894	913	934	952	974	992	1011
2º direito (KWh)	509	521	535	550	566	580	595	611	624
3º esquerdo (KWh)	870	-	-	-	-	-	-	-	-
3º direito (KWh)	468	-	-	-	-	-	-	-	-
Geral (KWh)	980833	981066	981368	981650	981935	982196	982456	982721	982961
Lavandaria (KWh)	105762	105799	105823	105897	105973	105976	105976	106029	106099
AQS * (KWh)	530772,1	530903,4	531081,0	531255,7	531432,8	531593,9	531746,0	531903,2	532034,8

*sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas)

Tabela 2 – Registo dos parâmetros do sistema de preparação de AQS da Residência Masculina Ferragial (de 19 a 27 de Abril de 2010)

Dia de registo/ parâmetros	2º feira 19-04-2010	3º feira 20-04-2010	4º feira 21-04-2010	5º feira 22-04-2010	6º feira 23-04-2010	Sábado 24-04-2010	Domingo 25-04-2010	2ºfeira 26-04-2010	3º feira 27-04-2010
Consumo do contador de água (m ³)	8065	8065	8065	8065	8065	8065	8065	8065	8065
Temperatura da AQS no reservatório 1 (°C)	50	56	56	56	56	54	54	54	55
Temperatura da AQS no reservatório 2 (°C)	18*	48	56	56	52	56	56	50	46

*A bomba de calor apenas se encontrava a funcionar para o reservatório 1

Tabela 3 – Registo de valores dos contadores dos quadros eléctricos da Residência Masculina Ferragial (de 28 de Setembro a 6 de Outubro de 2010)

Dia de registo/ contadores dos quadros eléctricos	3º feira 28-09-2010	4º feira 29-09-2010	5º feira 30-09-2010	6º feira 01-10-2010	Sábado 02-10-2010	Domingo 03-10-2010	2º feira 04-10-2010	3ºfeira 05-10-2010	4ºfeira 06-10-2010
Hora de registo	15:00	14:40	14:40	14:45	15:00	14:50	15:05	14:20	14:50
1º esquerdo (KWh)	1926	1937	1946	1958	1970	1980	1989	1997	2007
1º direito (KWh)	3060	3072	3085	3101	3113	3123	3133	3143	3154
2º esquerdo (KWh)	3426	3442	3458	3474	3492	3512	3536	3553	3571
2º direito (KWh)	2189	2198	2207	2215	2224	2230	2236	2244	2254
3º esquerdo (KWh)	2666	2680	2693	2707	2720	2731	2747	2763	2778
3º direito (KWh)	2224	2233	2242	2251	2258	2267	2276	2283	2290
Geral (KWh)	-	3359	3521	3685	3844	3985	4135	4259	4426
Lavandaria (KWh)	110350	110368	110405	110450	110456	110456	110502	110516	110527
AQS * (KWh)	542650,3	542738,1	542819,3	542894,6	542969,9	543035,7	543100,5	543150,0	543232,0

*sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas)

Tabela 4 – Registo dos parâmetros do sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas) da Residência Masculina Ferragial (de 28 de Setembro a 6 de Outubro de 2010)

Dia de registo/ parâmetros	3º feira 28-09-2010	4º feira 29-09-2010	5º feira 30-09-2010	6º feira 01-10-2010	Sábado 02-10-2010	Domingo 03-10-2010	2º feira 04-10-2010	3ºfeira 05-10-2010	4ºfeira 06-10-2010
Hora de registo	15:00	14:40	14:40	14:45	15:00	14:50	15:05	14:20	14:50
Contador de água (m ³)	0	5,2	9,4	14,1	17,4	20,4	24,1	26,6	31,3
Temperatura da AQS no reservatório 1 (°C)	55	57	58	52	58	58	58	58	57
Temperatura da AQS no reservatório 2 (°C)	50	50	50	48	52	52	52	52	49
Temperatura da água da rede (°C)	-	-	22	22	-	-	22	-	22

Tabela 5 – Registo de valores dos contadores dos quadros eléctricos da Residência Masculina Ferragial (de 24 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010)

Dia de registo/ contadores dos quadros eléctricos	4º feira 24-11-2010	5º feira 25-11-2010	6º feira 26-11-2010	Sábado 27-11-2010	Domingo 28-11-2010	2º feira 29-11-2010	3ºfeira 30-11-2010	4ºfeira 01-12-2010
Hora de registo	14:35	15:00	14:50	14:55	14:55	15:00	15:00	15:05
1º esquerdo (KWh)	2565	2577	2587	2598	2611	2622	2634	2688
1º direito (KWh)	3873	3890	3907	3949	3997	4045	4063	4076
2º esquerdo (KWh)	4691	4729	4770	4817	4857	4899	4927	4972
2º direito (KWh)	2831	2851	2864	2897	2923	2987	3011	3023
3º esquerdo (KWh)	3479	3493	3508	3526	3545	3569	3606	3648
3º direito (KWh)	2838	2858	2878	2890	2919	2955	2999	3025
Geral (KWh)	13911	14216	14499	14787	15118	15524	15865	16215
Lavandaria (KWh)	111817	111864	111920	111938	111938	111985	112012	112019
AQS * (KWh)	547852,3	548017,2	548164,7	548276,4	548420,8	548580,9	548736,8	548880,3

*sistema de preparação de AQS (inclui bombas de calor e resistências eléctricas)

Tabela 6 – Registo dos parâmetros do sistema de preparação de AQS da Residência Masculina Ferragial (de 24 de Novembro a 1 de Dezembro de 2010)

Dia de registo/ parâmetros	4º feira 24-11-2010	5º feira 25-11-2010	6º feira 26-11-2010	Sábado 27-11-2010	Domingo 28-11-2010	2º feira 29-11-2010	3ºfeira 30-11-2010	4ºfeira 01-12-2010
Hora de registo	14:35	15:00	14:50	14:55	14:55	15:00	15:00	15:05
Contador de água (m ³)	295,8	302,6	308,4	312,7	317,8	324,2	330,0	335,1
Temperatura da AQS no reservatório 1 (°C)	40	58	58	58	58	55	55	57
Temperatura da AQS no reservatório 2 (°C)	50	54	55	55	55	50	50	55
Temperatura da água da rede (°C)	17,2	17,1	17,1	-	-	17,1	17,1	-

SolTerm 5.1

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: Sonnenkraft SK500 N

30 módulos (66,3 m²)

Inclinação 45° - Azimute Sul

Coefficientes de perdas térmicas: a₁= 3,494 W/m²/K a₂= 0,017 W/m²/K²

Rendimento óptico: 77,0%

Modificador de ângulo transversal: a 0° 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° 45°
50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85° 90°

1,00 1,00 1,00 1,00 0,99 0,99 0,99 0,98 0,97 0,96 0,95 0,93
0,91 0,88 0,83 0,74 0,57 0,05 0,00

Modificador de ângulo longitudinal: a 0° 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° 45°
50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85° 90°

1,00 1,00 1,00 1,00 0,99 0,99 0,99 0,98 0,97 0,96 0,95 0,93
0,91 0,88 0,83 0,74 0,57 0,05 0,00;

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

Caudal no grupo painel/permutador: 42,0 l/m² por hora (=0,77 l/s)

Depósito

Modelo: SONNENKRAFT PS2000

Volume: 4000 l

Área externa: 25,38 m²

Material: médio condutor de calor

Posição vertical

Deflectores interiores

Coefficiente de perdas térmicas: 5,38 W/K

2 conjuntos depósito/permutador.

Tubagens

Comprimento total: 132,0 m

Percurso no exterior: 32,1 m com protecção mecânica

Diâmetro interno: 156,0 mm

Espessura do tubo metálico: 1,5 mm

Espessura do isolamento: 37,0 mm

Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K

Condutividade térmica do isolamento: 0,030 W/m/K

Carga térmica: segunda a sexta

RCCTE - residencial - 101 ocupantes

Temperatura nominal de consumo: 60°C (N.B. existem válvulas misturadoras)

Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Perfis de consumo (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

15

16

17

18 4040 4040 4040 4040 4040 4040 4040 4040 4040 4040 4040 4040

19

20

21

22

23

24

diário 4040 4040 4040 4040 4040 4040 4040 4040 4040 4040 4040 4040

Carga térmica: fim-de-semana

RCCTE - residencial - 101 ocupantes

Temperatura nominal de consumo: 60°C (N.B. existem válvulas misturadoras)

Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Perfis de consumo (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040
19												
20												
21												
22												
23												
24												
diário	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Faro

Coordenadas nominais: 37,0°N, 7,9°W

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (LNEG(2009) www.lneg.pt
solterm.suporte@lneg.pt)

Obstruções do horizonte: por defeito

Orientação do painel: inclinação 45° - azimute 0°

Balanço energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kWh/m ²	Rad.Inclin. kWh/m ²	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
Janeiro	68	115	,	3604	6553	2949
Fevereiro	84	120	,	3634	5919	2285
Março	120	145	,	4223	6553	2331
Abril	163	167	,	4859	6342	1483
Maio	208	185	,	5316	6553	1237
Junho	221	185	,	5332	6342	1010

Julho	236	204	,	6041	6553	512
Agosto	219	212	,	6296	6553	257
Setembro	154	174	,	5469	6342	872
Outubro	113	156	,	4885	6553	1668
Novembro	78	130	,	4102	6342	2240
Dezembro	66	118	,	3782	6553	2771

Anual	1729	1912	,	57543	77158	19615

Fracção solar: 74,6%

Rendimento global anual do sistema: 45% Produtividade: 868 kWh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

() | 17-03-2011 12:13:07 |

Cálculos auxiliares

Segundo o RCCTE, o número de ocupantes pode ser calculado através da seguinte expressão:

$$Q_a = \frac{MAQS \times 4187 \times \Delta t \times n_d}{3600000} \text{ [KWh/ano]}$$

Onde:

- Q_a - energia despendida com sistemas convencionais de preparação de AQS (76834,67 KWh)
- M_{AQS} – consumo médio diário de referência de AQS (40 l x número de ocupantes);
- Δt – aumento de temperatura necessário para preparar as AQS (45°C);
- n_d – número de dias de consumo de AQS (365 dias).

O consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) foi de 4022,1 l, logo o número de ocupantes foi de aproximadamente 101.

Apoio AQS

Energia útil	19615	KWh
Rendimento Caldeira	0,85	
Energia motora gás	23076,47	KWh
PCI Propano	23,57	kWh/m ³
Quantidade	979,06	m ³
Preço específico	5,29	euro/m ³
Custo	5179,23	euro

ANEXO VI – Conforto térmico**Cálculo dos índices PMV e PPD**

O PMV é dado pela seguinte equação:

$$\begin{aligned} \text{PMV} = & (0,303 e^{-0,036 M} + 0,028)\{(M-W) - 3,05 \times 10^{-3} \times [5\,733 - 6,99(M - W) - p_a] - \\ & 0,42 \times [(M - W) - 58,15] - 1,7 \times 10^{-5} M (5\,867 - p_a) - 0,001\,4M(34 - t_a) - 3,96 \times 10^{-8} f_{cl} \\ & \times [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a)\} \end{aligned} \quad (1)$$

Onde:

$$\begin{aligned} t_{cl} = & 35,7 - 0,028(M - W) - I_c \{3,96 \times 10^{-8} f_{cl} \times [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] \\ & + f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a)\} \end{aligned} \quad (2)$$

$$h_c = 2,38(t_{cl} - t_a)^{0,25} \text{ para } 2,38(t_{cl} - t_a)^{0,25} > 12,1\sqrt{Var}$$

$$12,1\sqrt{Var} \text{ para } 2,38(t_{cl} - t_a)^{0,25} < 12,1\sqrt{Var} \quad (3)$$

$$f_{cl} = 1,00 + 1,290 I_{cl} \text{ para } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{C/W}$$

$$1,05 + 0,645 I_{cl} \text{ para } I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{C/W} \quad (4)$$

E onde:

PMV – votação média previsível;

M – nível metabólico (1 met = 58,2 W/m²);

W – trabalho exterior (W/m²), igual a zero para a maioria das actividades;

I_{cl} – resistência térmica do vestuário (m²°C/W) (1 clo = 0,155m²/W);

f_{cl} – relação entre a área do corpo vestida e a área despida;

t_a – temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$);

t_r – temperatura média radiante ($^{\circ}\text{C}$);

V_{ar} – velocidade média do ar (m/s);

p_a – pressão parcial de vapor (Pa);

h_c – coeficiente de transmissão de calor por convecção ($\text{W}/\text{m}^2\text{^{\circ}\text{C}}$);

t_{cl} – temperatura média da superfície do vestuário ($^{\circ}\text{C}$).

A partir da equação 1 o índice de PMV pode ser calculado para diferentes combinações de taxa metabólica, vestuário, temperatura média do ar, temperatura média radiante, velocidade média do ar e humidade do ar. As equações para t_{cl} e h_c podem ser resolvidas por iteração.

A norma ISO 7730 recomenda o uso do índice PMV entre valores de - 2 e + 2 e quando os parâmetros estão dentro dos seguintes intervalos:

- M – 46 a 232 W/m^2 (0,8 a 4met);
- I_{cl} – 0 a 0,31 $\text{m}^2\text{^{\circ}\text{C}}/\text{W}$ (0 a 2 clo);
- t_a – 10 a 30 $^{\circ}\text{C}$;
- t_r – 10 a 40 $^{\circ}\text{C}$;
- V_{ar} – 0 a 1 m/s;
- P_a – 0 a 2700 Pa.

O PPD é dada através de uma curva gaussiana como se pode observar na seguinte figura, obtida através da seguinte equação:

$$\text{PPD} = 100 - 95e^{-(0,03353\text{PMV}^4 + 0,2179\text{PMV}^2)} \quad (5)$$

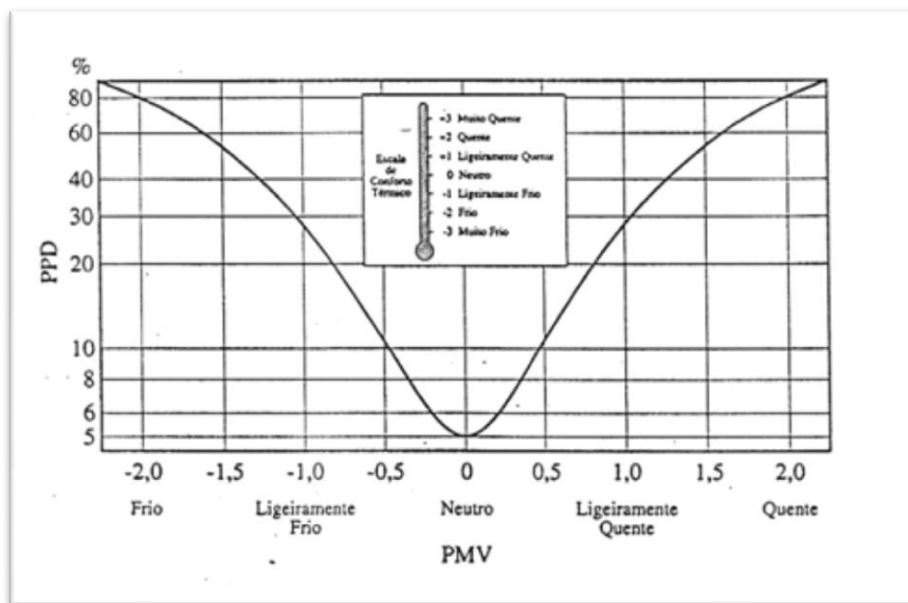


Figura 1 – Cálculo do conforto térmico adoptado pela norma ISO 7730 e a relação entre PMV e PPD (Conceição, 1996)

A Tabela 1 apresenta a distribuição de votos individuais de sensação térmica, baseado em experiências envolvendo 1300 indivíduos, para diferentes valores de votação média.

Tabela 1 – Distribuição de votos individuais de sensação térmica para diferentes valores de votação média (ISO 7730)

PMV	PPD	Percentagem de pessoas predispostas a votar		
		0	-1, 0 ou +1	-2, -1, 0, +1 ou +2
+ 2	75	5	25	70
+ 1	25	27	75	95
0	5	55	95	100
- 1	25	27	75	95
- 2	75	5	25	70

Determinação dos índices PMV e PPD das medições efectuadas nos dias 18 e 19 de Maio de 2010 na Residência Masculina Ferragial

A seguir apresentam-se as tabelas com o cálculo dos índices PMV e PPD das seis medições efectuadas nos dias 18 e 19 de Maio de 2010.

Em todos os casos foi considerado que:

- A radiação directa em situações interiores é nula;
- O nível metabólico (M) é de 70 W/m^2 , obtido através do Anexo A da Norma ISO 7730, considerando actividade sedentária;
- O trabalho exterior (W) é normalmente considerado nulo para a maioria das actividades;
- A resistência térmica do vestuário (I_{cl}) é de $0,05 \text{ m}^2\text{°C/W}$, obtido através do Anexo E da Norma ISO 7730, considerando a seguinte roupa diária vestida pelos residentes: calções, t-shirt, chinelos, etc.;
- Os valores da temperatura média do ar (t_a), temperatura média radiante (t_r), velocidade média do ar (v_{ar}), pressão parcial do vapor (p_a) foram obtidas directamente pelo medidor de parâmetros de conforto térmico;
- Os valores da temperatura média da superfície do vestuário (t_{cl}), da relação entre a área do corpo vestida e a área despida (f_{cl}), do coeficiente de transmissão de calor por convecção (h_c) foram obtidos através das equações 2, 4 e 3 respectivamente;
- Finalmente, os índices PMV e PPD foram obtidos através das equações 1 e 5 respectivamente.

Tabela 2 – Determinação dos índices PMV e PPD da 1ª medição (18 de Maio de 2010)

1ª medição					
Dados		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Radiação solar directa		0	0	0	0
Nível metabólico (W/m^2)	M	70	70	70	70
Trabalho exterior (W/m^2)	W	0	0	0	0
Resistência térmica do vestuário ($m^2\text{°C}/W$)	Icl	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura média do ar ($^{\circ}C$)	ta	24,30	24,30	24,10	24,30
Temperatura média radiante ($^{\circ}C$)	tr	25,60	24,80	24,35	24,55
Velocidade média do ar (m/s)	Var	0,02	0,04	0,08	0,06
Pressão parcial do vapor (Pa)	pa	3150	3120	3060	3060
Temperatura média da superfície do vestuário ($^{\circ}C$)	tcl	31,10	31,00	31,00	31,00
Relação entre a área do corpo vestida e a área despida	fcl	1,06	1,06	1,06	1,06
Coefficiente de transmissão de calor por convecção ($W/m^2\text{°C}$)	hc	3,84	3,83	3,86	3,83
Equação de conforto					
Votação média previsível	PMV	0,07	-0,08	-0,25	-0,15
Percentagem previsível de pessoas insatisfeitas (%)	PPD	5	5	6	5

Tabela 3 – Determinação dos índices PMV e PPD da 2ª medição (19 de Maio de 2010)

2ª medição			
Dados		Ponto 1	Ponto 2
Radiação solar directa		0	0
Nível metabólico (W/m^2)	M	70	70
Trabalho exterior (W/m^2)	W	0	0
Resistência térmica do vestuário ($m^2\text{°C}/W$)	Icl	0,05	0,05
Temperatura média do ar ($^{\circ}C$)	ta	23,30	23,50
Temperatura média radiante ($^{\circ}C$)	tr	24,55	23,50
Velocidade média do ar (m/s)	Var	0,08	0,07
Pressão parcial do vapor (Pa)	pa	2900	2920
Temperatura média da superfície do vestuário ($^{\circ}C$)	tcl	30,80	30,70
Relação entre a área do corpo vestida e a área despida	fcl	1,06	1,06
Coefficiente de transmissão de calor por convecção ($W/m^2\text{°C}$)	hc	3,94	3,90
Equação de conforto			
Votação média previsível	PMV	-0,36	-0,49
Percentagem previsível de pessoas insatisfeitas (%)	PPD	8	10

Tabela 4 – Determinação dos índices PMV e PPD da 3ª medição (19 de Maio de 2010)

3ª medição			
Dados		Ponto 1	Ponto 2
Radiação solar directa		0	0
Nível metabólico (W/m^2)	M	70	70
Trabalho exterior (W/m^2)	W	0	0
Resistência térmica do vestuário ($m^2\text{°C}/W$)	lcl	0,05	0,05
Temperatura média do ar ($^{\circ}C$)	ta	23,20	22,60
Temperatura média radiante ($^{\circ}C$)	tr	25,25	22,95
Velocidade média do ar (m/s)	Var	0,07	0,05
Pressão parcial do vapor (Pa)	pa	2890	2810
Temperatura média da superfície do vestuário ($^{\circ}C$)	tcl	30,90	30,40
Relação entre a área do corpo vestida e a área despida	fcl	1,06	1,06
Coeficiente de transmissão de calor por convecção ($W/m^2\text{°C}$)	hc	3,96	3,98
Equação de conforto			
Votação média previsível	PMV	- 0,28	- 0,73
Percentagem previsível de pessoas insatisfeitas (%)	PPD	7	16

Tabela 5 – Determinação dos índices PMV e PPD da 4ª medição (19 de Maio de 2010)

4ª medição			
Dados		Ponto 1	Ponto 2
Radiação solar directa		0	0
Nível metabólico (W/m^2)	M	70	70
Trabalho exterior (W/m^2)	W	0	0
Resistência térmica do vestuário ($m^2\text{°C}/W$)	lcl	0,05	0,05
Temperatura média do ar ($^{\circ}C$)	ta	24,90	24,90
Temperatura média radiante ($^{\circ}C$)	tr	25,95	24,75
Velocidade média do ar (m/s)	Var	0,01	0,09
Pressão parcial do vapor (Pa)	pa	3180	3120
Temperatura média da superfície do vestuário ($^{\circ}C$)	tcl	31,20	31,10
Relação entre a área do corpo vestida e a área despida	fcl	1,06	1,06
Coeficiente de transmissão de calor por convecção ($W/m^2\text{°C}$)	hc	3,77	3,76
Equação de conforto			
Votação média previsível	PMV	0,27	0,02
Percentagem previsível de pessoas insatisfeitas (%)	PPD	6	5

Tabela 6 – Determinação dos índices PMV e PPD da 5ª medição (19 de Maio de 2010)

5ª medição			
Dados		Ponto 1	Ponto 2
Radiação solar directa		0	0
Nível metabólico (W/m^2)	M	70	70
Trabalho exterior (W/m^2)	W	0	0
Resistência térmica do vestuário ($m^2\text{°C}/W$)	Icl	0,05	0,05
Temperatura média do ar ($^{\circ}C$)	ta	24,30	23,70
Temperatura média radiante ($^{\circ}C$)	tr	25,70	23,70
Velocidade média do ar (m/s)	Var	0,04	0,03
Pressão parcial do vapor (Pa)	pa	2980	2950
Temperatura média da superfície do vestuário ($^{\circ}C$)	tcl	31,10	30,70
Relação entre a área do corpo vestida e a área despida	fcl	1,06	1,06
Coefficiente de transmissão de calor por convecção ($W/m^2\text{°C}$)	hc	3,84	3,87
Equação de conforto			
Votação média previsível	PMV	0,05	- 0,38
Percentagem previsível de pessoas insatisfeitas (%)	PPD	5	8

Tabela 7 – Determinação dos índices PMV e PPD da 6ª medição (19 de Maio de 2010)

6ª medição					
Dados		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Radiação solar directa		0	0	0	0
Nível metabólico (W/m^2)	M	70	70	70	70
Trabalho exterior (W/m^2)	W	0	0	0	0
Resistência térmica do vestuário ($m^2\text{°C}/W$)	Icl	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura média do ar ($^{\circ}C$)	ta	26,60	26,30	25,40	25,40
Temperatura média radiante ($^{\circ}C$)	tr	28,25	25,45	25,45	25,15
Velocidade média do ar (m/s)	Var	0,08	0,09	0,04	0,10
Pressão parcial de vapor (Pa)	pa	3520	3340	3210	3250
Temperatura média da superfície do vestuário ($^{\circ}C$)	tcl	31,90	31,40	31,30	31,20
Relação entre a área do corpo vestida e a área despida	fcl	1,06	1,06	1,06	1,06
Coefficiente de transmissão de calor por convecção ($W/m^2\text{°C}$)	hc	3,61	3,58	3,71	3,69
Equação de conforto					
Votação média previsível	PMV	0,98	0,45	0,24	0,23
Percentagem previsível de pessoas insatisfeitas (%)	PPD	25	9	6	6

Determinação dos índices PMV e PPD das medições efectuadas no dia 6 de Setembro de 2010 na Residência Masculina Ferragial

A seguir apresentam-se as tabelas com o cálculo dos índices PMV e PPD das seis medições efectuadas no dia 6 de Setembro de 2010. Foram considerados os mesmos pressupostos nomeados anteriormente.

Tabela 8 – Determinação dos índices PMV e PPD da 1ª medição (6 de Setembro de 2010)

1ª medição					
Dados		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Radiação solar directa		0	0	0	0
Nível metabólico (W/m ²)	M	70	70	70	70
Trabalho exterior (W/m ²)	W	0	0	0	0
Resistência térmica do vestuário (m ² °C/W)	Icl	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura média do ar (°C)	ta	28,70	29,00	28,90	28,90
Temperatura média radiante (°C)	tr	30,25	29,50	28,80	28,95
Velocidade média do ar (m/s)	Var	0,04	0,06	0,07	0,07
Pressão parcial do vapor (Pa)	pa	3980	3950	3940	3870
Temperatura média da superfície do vestuário (°C)	tcl	32,55	32,50	32,35	32,35
Relação entre a área do corpo vestida e a área despida	fcl	1,06	1,06	1,06	1,06
Coefficiente de transmissão de calor por convecção (W/m ² °C)	hc	3,33	3,26	3,24	3,24
Equação de conforto					
Votação média previsível	PMV	1,77	1,67	1,55	1,57
Percentagem previsível de pessoas insatisfeitas (%)	PPD	65	60	54	55

Tabela 9 – Determinação dos índices PMV e PPD da 2ª medição (6 de Setembro de 2010)

2ª medição			
Dados		Ponto 1	Ponto 2
Radiação solar directa		0	0
Nível metabólico (W/m ²)	M	70	70
Trabalho exterior (W/m ²)	W	0	0
Resistência térmica do vestuário (m ² °C/W)	Icl	0,05	0,05
Temperatura média do ar (°C)	ta	28,00	28,00
Temperatura média radiante (°C)	tr	28,85	28,15
Velocidade média do ar (m/s)	Var	0,02	0,04
Pressão parcial do vapor (Pa)	pa	3780	3750
Temperatura média da superfície do vestuário (°C)	tcl	32,20	32,10
Relação entre a área do corpo vestida e a área despida	fcl	1,06	1,06
Coefficiente de transmissão de calor por convecção (W/m ² °C)	hc	3,41	3,39
Equação de conforto			
Votação média previsível	PMV	1,39	1,26
Percentagem previsível de pessoas insatisfeitas (%)	PPD	45	38

Tabela 10 – Determinação dos índices PMV e PPD da 3ª medição (6 de Setembro de 2010)

3ª medição			
Dados		Ponto 1	Ponto 2
Radiação solar directa		0	0
Nível metabólico (W/m^2)	M	70	70
Trabalho exterior (W/m^2)	W	0	0
Resistência térmica do vestuário ($m^2\text{°C}/W$)	Icl	0,05	0,05
Temperatura média do ar ($^{\circ}C$)	ta	27,90	28,00
Temperatura média radiante ($^{\circ}C$)	tr	29,85	28,40
Velocidade média do ar (m/s)	Var	0,08	0,06
Pressão parcial do vapor (Pa)	pa	3720	3720
Temperatura média da superfície do vestuário ($^{\circ}C$)	tcl	32,35	32,15
Relação entre a área do corpo vestida e a área despida	fcl	1,06	1,06
Coeficiente de transmissão de calor por convecção ($W/m^2\text{°C}$)	hc	3,46	3,40
Equação de conforto			
Votação média previsível	PMV	1,52	1,29
Percentagem previsível de pessoas insatisfeitas (%)	PPD	52	40

Tabela 11 – Determinação dos índices PMV e PPD da 4ª medição (6 de Setembro de 2010)

4ª medição			
Dados		Ponto 1	Ponto 2
Radiação solar directa		0	0
Nível metabólico (W/m^2)	M	70	70
Trabalho exterior (W/m^2)	W	0	0
Resistência térmica do vestuário ($m^2\text{°C}/W$)	Icl	0,05	0,05
Temperatura média do ar ($^{\circ}C$)	ta	28,40	28,50
Temperatura média radiante ($^{\circ}C$)	tr	28,90	28,70
Velocidade média do ar (m/s)	Var	0,02	0,05
Pressão parcial do vapor (Pa)	pa	3970	3920
Temperatura média da superfície do vestuário ($^{\circ}C$)	tcl	32,30	32,30
Relação entre a área do corpo vestida e a área despida	fcl	1,06	1,06
Coeficiente de transmissão de calor por convecção ($W/m^2\text{°C}$)	hc	3,34	3,32
Equação de conforto			
Votação média previsível	PMV	1,49	1,45
Percentagem previsível de pessoas insatisfeitas (%)	PPD	50	48

Tabela 12 – Determinação dos índices PMV e PPD da 5ª medição (6 de Setembro de 2010)

5ª medição			
Dados		Ponto 1	Ponto 2
Radiação solar directa		0	0
Nível metabólico (W/m^2)	M	70	70
Trabalho exterior (W/m^2)	W	0	0
Resistência térmica do vestuário ($m^2\text{°C}/W$)	lcl	0,05	0,05
Temperatura média do ar ($^{\circ}C$)	ta	28,10	28,10
Temperatura média radiante ($^{\circ}C$)	tr	29,05	28,20
Velocidade média do ar (m/s)	Var	0,05	0,07
Pressão parcial do vapor (Pa)	pa	3820	3780
Temperatura média da superfície do vestuário ($^{\circ}C$)	tcl	32,25	32,15
Relação entre a área do corpo vestida e a área despida	fcl	1,06	1,06
Coefficiente de transmissão de calor por convecção ($W/m^2\text{°C}$)	hc	3,40	3,38
Equação de conforto			
Votação média previsível	PMV	1,44	1,28
Percentagem previsível de pessoas insatisfeitas (%)	PPD	48	39

Tabela 13 – Determinação dos índices PMV e PPD da 6ª medição (6 de Setembro de 2010)

6ª medição					
Dados		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Radiação solar directa		0	0	0	0
Nível metabólico (W/m^2)	M	70	70	70	70
Trabalho exterior (W/m^2)	W	0	0	0	0
Resistência térmica do vestuário ($m^2\text{°C}/W$)	lcl	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura média do ar ($^{\circ}C$)	ta	29,40	29,20	29,10	29,10
Temperatura média radiante ($^{\circ}C$)	tr	31,00	29,40	29,45	29,15
Velocidade média do ar (m/s)	Var	0,04	0,03	0,08	0,03
Pressão parcial de vapor (Pa)	pa	3950	4020	3910	3970
Temperatura média da superfície do vestuário ($^{\circ}C$)	tcl	32,80	32,50	32,50	32,40
Relação entre a área do corpo vestida e a área despida	fcl	1,06	1,06	1,06	1,06
Coefficiente de transmissão de calor por convecção ($W/m^2\text{°C}$)	hc	3,23	3,21	3,23	3,21
Equação de conforto					
Votação média previsível	PMV	1,99	1,71	1,68	1,66
Percentagem previsível de pessoas insatisfeitas (%)	PPD	76	62	60	60

ANEXO VII - INQUÉRITOS

Dos 67 ocupantes da Residência Masculina Ferragial foram obtidos 45 inquéritos respondidos, de onde foi possível retirar importantes informações sobre a frequência com que os residentes:

- Desligam as luzes quando não estão a utilizar espaços como a cozinha, casa de banho, quarto, sala e corredores: *sempre 47%; às vezes 51% e nunca 2%.*
- Desligam os aparelhos eléctricos (televisão, computador, impressora, fotocopiador/scanner, etc.), quando estes não estão a ser utilizados: *sempre 51%; às vezes 47% e nunca 2%.*
- Desligam os equipamentos eléctricos directamente da tomada: *sempre 16%; às vezes 47%; nunca 16% ou não pensam sobre isso 9%.*
- Em alternativa apresentam uma tomada eléctrica com corte de corrente e após a utilização dos aparelhos desligam no interruptor: *sempre 9%; às vezes 40%; nunca 42% ou não pensam sobre isso 9%.*
- Desligam os aparelhos eléctricos e utilizam o modo “standby”: *sempre 16%; às vezes 56%; nunca 22% ou não pensam sobre isso 7%.*
- Desligam a água, de forma a racionalizar o seu consumo, para lavar ou descongelar alimentos, na lavagem de loiça ou roupa, ou na lavagem das mãos: *sempre 51%; às vezes 40%; nunca 7% ou não pensam sobre isso 2%.*
- Efectuam um duche por dia: 61%, efectuam dois duchos por dia: 31%, com uma duração de 5 minutos: 27%; uma duração de 10 a 15 minutos: 67% e uma duração de 30 minutos: 7%.
- Fecham a torneira durante o duche: 40%, fecham a torneira enquanto se barbeiam: 80% e fecham a torneira enquanto lavam os dentes: 74%.
- Cozinham durante o almoço: *sempre 4%; às vezes 80% e nunca 16%.*
- Cozinham durante o jantar: *sempre 36%; às vezes 56% e nunca 4%.*
- Utilizam a máquina de lavar roupa por semana: 20% não utilizam; 64% utilizam uma vez por semana e 16% utilizam duas a três vezes por semana.
- Ajustam a carga da máquina de lavar roupa à capacidade útil: *sempre 51%; às vezes 24%; nunca 9% ou não pensam sobre isso 16%.*
- Seleccionam o ciclo de lavagem de roupa com baixas temperaturas ou a opção de poupança de água e energia na lavagem: *sempre 38%; às vezes 31%; nunca 11% ou não pensam sobre isso 20%.*

- Descongelam os alimentos no microondas: *sempre 7%; às vezes 49% e nunca 44%*.
- Não apresentam aquecedor eléctrico no quarto: *93%*. Embora em todas as salas dos apartamentos da residência existe um aquecedor eléctrico.
- Ligam o aquecedor durante o inverno: *todos os dias 4%; às vezes 11%; raramente 22% e nunca 67%*.
- Ligam o aquecedor durante a meia estação: *todos os dias 0%; às vezes 9%; raramente 13% e nunca 78%*.
- No inverno, deixam o aquecedor da sala ligado durante a noite: *todos os dias 0%; às vezes 7%; raramente 9% e nunca 84%*.
- No verão, utilizam a ventoinha no quarto: *todos os dias 4%; às vezes 9%; raramente 7% e nunca 80%*.
- Não apresentam televisão no quarto: *98%* e apresentam computador no quarto: *82%*, de onde *97%* apresentam computador portátil.
- Quando se ausentam do computador desligam o monitor: *sempre 47%; às vezes 31%; nunca 16% ou não pensam sobre isso 7%*.
- Utilizam a opção de poupança de energia do computador: *62%* e na utilização do portátil recorrem à bateria: *sempre 22%; às vezes 49%; nunca 24% ou não pensam sobre isso 4%*.
- Não apresentam outros aparelhos eléctricos no quarto: *64%* e dos *36%* que apresentam foram nomeados os seguintes: rádio, colunas, impressora, lâmpada de secretária, candeeiro, despertador, carregador de telemóvel, etc.
- Preocupam-se com a classe (etiqueta energética) do aparelho eléctrico: *42%* e preocupam-se com a preservação do ambiente: *58%*.
- Durante o inverno, consideram que o conforto térmico da residência no geral (sala, cozinha, etc.) é: *não satisfatório 49%; satisfatório 40%; bom 11% e excelente 0%*.
- Durante o verão, consideram que o conforto térmico da residência no geral (sala, cozinha, etc.) é: *não satisfatório 29%; satisfatório 56%; bom 13% e excelente 2%*.
- Durante o inverno, consideram que o conforto térmico do quarto é: *não satisfatório 51%; satisfatório 40%; bom 9% e excelente 0%*.
- Durante o verão, consideram que o conforto térmico do quarto é: *não satisfatório 31%; satisfatório 54%; bom 13% e excelente 2%*.
- Consideram que o sistema de águas quentes sanitárias (AQS) é: *não satisfatório 9%; satisfatório 44%; bom 31% e excelente 16%*.

- Consideram que o sistema de iluminação é: *não satisfatório 9%; satisfatório 49%; bom 36% e excelente 6%.*

No final do questionário foi pedido aos residentes que efectuassem algumas sugestões em relação à iluminação, climatização, água quente sanitária, etc. Quinze dos residentes responderam com sugestões e com algumas reclamações, que foram bastante unânimes, das quais salientam-se as seguintes:

- *“A residência é muito fria durante o Inverno e muito quente durante o Verão”.*
- *“Não é possível ter aquecedores eléctricos ou ventoinhas nos quartos, porque o quadro eléctrico desliga-se. Por vezes, até se desliga com o único aquecedor da sala ligado”;*
- *“Os estudantes de Erasmo da Rússia e Leste Europeu afirmaram que nunca tinham sentido tanto frio como na Residência Masculina Ferragial”;*
- *“É necessário a instalação de ar condicionado ou de outra alternativa viável para a climatização da residência”;*
- *“No Inverno existem frequentes falhas de luz, o quadro dispara”;*
- *“A residência é mal isolada, não apresenta vidros duplos e apresenta problemas de bolores nas paredes e nos tetos de alguns quartos”;*
- *“A iluminação é satisfatória, embora tem-se verificado oscilações de corrente que têm prejudicado o desenrolar das actividades, podendo danificar os computadores”;*
- *“A iluminação é excessiva para tarefas como estudar ou outras actividades, sendo bastante desperdiçada. A utilização de candeeiros reguláveis seria um complemento ideal”;*
- *“A residência deveria apresentar lâmpadas mais amigas do ambiente”;*
- *“Regularmente, as luzes permanecem ligadas durante toda a noite, porque não existe a sensibilidade por parte dos residentes em desligar as luzes. A residência poderia apresentar sensores de luz”;*
- *“Habitualmente durante o Inverno, para se obter água quente é necessário abrir a torneira e esperar durante muito tempo, gastando muita água até que esta esteja quente. Por vezes, existe também ausência de água quente durante o duche”;*
- *“A água quente no 3º andar cai a conta gotas na hora de maior afluência dos residentes dos andares inferiores, o que obriga a demorar mais tempo no duche e a consumir mais água”;*

- *“A residência não apresenta sensores nas torneiras dos lavatórios devidamente temporizados para economizar o consumo de água”;*
- *“É necessário um regulador de chuveiro automático para se poupar água”;*
- *“Colocação de solar térmico combinado com a bomba de calor”;*
- *“Falta de mais um frigorífico em alguns apartamentos”;*
- *“O fogão de um apartamento apresenta muitas deficiências e é utilizado por cerca de 10 pessoas”;*
- *“Comprar novos electrodomésticos, como por exemplo os frigoríficos, pertencentes à classe de menor consumo energético”;*
- *“Substituir as máquinas de lavar roupa da lavandaria por uma máquina industrial mais eficiente a nível energético”;*
- *“Não utilizar a máquina de secar roupa da lavandaria e aproveitar o elevado número de horas de sol que o Algarve apresenta”.*

ANEXO VIII - Conselhos gerais para a redução do consumo energético das residências de estudantes da Universidade do Algarve

A seguir serão descritos vários conselhos apresentados por várias entidades (Ecocasa, TOPTEN, EDP, EPAL, etc.) que poderão ser aplicados nas residências de estudantes da Universidade do Algarve, com o objectivo de potenciar a redução do consumo de energia.

1 – Conselhos para a iluminação

Existe uma série de conselhos que podem ser aplicados nas residências de estudantes da Universidade do Algarve para poupar no consumo de energia com a iluminação:

- Evitar recorrer à iluminação artificial e aproveitar ao máximo a luz natural, nas divisões com envidraçados;
- Não deixar as luzes ligadas quando não são necessárias;
- Escolher candeeiros com poucos obstáculos à passagem de luz, para evitar o uso de lâmpadas de maior potência que aumentam o consumo de energia;
- Manusear sempre as lâmpadas pelo casquilho. O contacto com os tubos deixa resíduos que com o calor escurecem, perdendo-se alguma emissão de luz;
- Manter as lâmpadas e as armaduras bem limpas para que a energia gasta seja aproveitada na totalidade. O pó acumulado reduz a emissão de luz;

Para a reabilitação da iluminação das residências de estudantes da Universidade do Algarve, podem ser adoptadas as seguintes recomendações:

- Instalar detectores de presença que desligam as luzes assim que as divisões são desocupadas;
- Seleccionar iluminação adequada às necessidades e ao tipo de utilização pretendida (zonas de estudo e zonas de descanso), considerando os níveis de iluminância recomendados;

- Utilizar cores claras no interior para que a luz natural e artificial seja mais facilmente reflectida;
- Utilizar iluminação e equipamentos mais eficientes tais como: LEDs, armaduras, balastros, reflectores, etc.;
- Substituir os balastros ferromagnéticos por balastros electrónicos.

2 – Conselhos para os electrodomésticos

A seguir vão ser mencionados alguns conselhos para os vários electrodomésticos utilizados nas residências de estudantes da Universidade do Algarve.

Frigoríficos

O consumo de electricidade dos frigoríficos depende essencialmente da regulação da temperatura, da capacidade de isolamento e do desempenho do compressor. No entanto, a **utilização e manutenção** destes equipamentos também influencia no consumo energético, pelo que são importantes algumas precauções:

- Regular e manter constante as temperaturas do termostato do frigorífico, para as temperaturas ideais de conservação dos alimentos (+3 a +5°C) e a do congelador (-18°C). Temperaturas inferiores aumentam os consumos em cerca de 10%, podendo também estragar alguns alimentos (Ecocasa, 2010);
- Se disponível, depois de utilizar a função “congelamento rápido”, deve-se voltar a definir a temperatura normal do congelador, para evitar consumos desnecessários;
- Verificar se as borrachas das portas vedam bem, entalando uma folha de papel na porta. Se ao puxar a folha não sentir resistência, é porque as borrachas não estão a isolar correctamente, obrigando o frigorífico a consumir mais, com desperdício de energia;
- Se as borrachas estiverem secas e gretadas, devem ser substituídas para evitar trocas de calor entre o exterior e o interior;

- Assegurar a existência de espaço entre a parte de trás do frigorífico e a parede. O frigorífico deve estar à 10 cm da parede para garantir o arejamento do condensador;
- Manter o frigorífico afastado de fontes de calor (fogão, microondas, janelas ou locais com incidência solar directa) para manter a sua eficiência energética, pois quanto mais aquecer mais vai ter que trabalhar para arrefecer;
- Evitar abrir repetidamente ou durante muito tempo as portas do aparelho. A quantidade e a duração da abertura das portas são as principais causas do aumento da temperatura interna do aparelho. Calcula-se que 20% do consumo global é devido à abertura de portas (Ecocasa, 2010);
- Efectuar regularmente a limpeza de gelo. A acumulação de gelo nas paredes do congelador implica o aumento do consumo de energia e funciona como um isolante, o congelador não percebe a que temperatura se encontra e forma cada vez mais gelo;
- Limpar a grelha exterior do frigorífico (serpentina) pelo menos uma vez por ano, para evitar a acumulação de poeiras e conseqüentemente a redução na eficiência de arrefecimento do frigorífico, causando um maior consumo de energia;
- Planear as refeições com antecedência, para permitir passar de véspera os alimentos do congelador para o frigorífico. Quando os alimentos descongelam no frigorífico, fornecem frio, reduzindo o trabalho do mesmo.
- Manter o frigorífico cheio, uma vez que os alimentos retêm melhor o frio do que o ar. No entanto, evitar comprimir demasiado os compartimentos e prateleiras e respeitar o volume máximo para o ar frio circular;
- Não colocar bebidas ou comidas quentes dentro do frigorífico. Deixar arrefecer à temperatura ambiente para não danificar o aparelho e evitar que trabalhe mais para baixar a sua temperatura;

- Colocar os alimentos nos compartimentos (fruta e verdura) e prateleiras (ovos e manteiga) adequados, de forma a garantir a temperatura correcta de conservação;
- Não colocar os produtos em contacto directo com as paredes do aparelho. Colocar os alimentos devidamente acondicionados em recipientes, para reduzir as trocas de água entre os mesmos e o ar no interior do frigorífico;
- Durante as férias do ano lectivo, esvaziar e desligar o frigorífico, deixando as portas abertas para evitar a formação de odores desagradáveis;
- Conservar e ler o manual de instruções do aparelho, uma vez que apresenta informações úteis para a optimização da sua utilização.

Os equipamentos de frio contribuem com cerca de 20% dos consumos energéticos domésticos (Ecocasa, 2010). Desta forma, na **compra e na instalação** de novos frigoríficos nas residências, deve-se ter em atenção as seguintes recomendações:

- Optar por frigoríficos mais eficientes (classe A ou A+) que apresentam características técnicas mais avançadas, garantem um bom funcionamento, reduzem significativamente o consumo energético e o impacte ambiental da sua utilização;
- Substituir os frigoríficos com mais de dez anos, uma vez que gastam mais do dobro do que um aparelho eficiente. Para tal, considerar o número de estudantes, local e espaço para a sua instalação, hábitos alimentares (produtos frescos ou congelados), frequência de compra dos alimentos (diária ou semanal), etc. (Tabela 1 do Anexo III);
- Assegurar que o local onde vai ser instalado o frigorífico não apresente níveis de humidade elevados, esteja protegido da luz solar directa e que os fios eléctricos se encontrem abrigados da chuva. Deve-se também ter em atenção a classe climática do aparelho (Tabela 2 do Anexo III).

Máquina de Lavar Roupa

A máquina de lavar roupa é actualmente um dos electrodomésticos mais utilizados. É importante efectuar uma escolha sensata na **compra** de novos aparelhos, de forma a reduzir o consumo energético das residências:

- Optar por equipamentos mais eficientes (classe A) com características técnicas mais avançadas que garantem um bom funcionamento, reduzem significativamente o consumo energético e o impacte ambiental da sua utilização;
- Considerar o número de estudantes, actividades lúdicas (lavagens mais constantes e programas específicos), a frequência das lavagens (diária ou semanal), etc.;
- Evitar comprar aparelhos com elevadas capacidades de carga, que aumentam a probabilidade de proceder a ciclos de lavagem ainda longe de atingir a carga completa, com desperdício de água e electricidade (Tabela 3 do Anexo III);
- Optar por um modelo com nível de ruído baixo, para aproveitar as horas nocturnas.

A **utilização** da máquina de lavar roupa pode ser optimizada através da aplicação de algumas precauções no quotidiano das residências de estudantes, de forma a reduzir o seu consumo energético:

- Utilizar sempre que possível, em cada ciclo de lavagem, a capacidade máxima de carga, para não desperdiçar energia. A carga máxima é atingida quando colocando a mão e parte do antebraço dentro da cuba a roupa não ficar comprimida;
- Não exceder a capacidade máxima do aparelho, que danifica a cuba e impede uma boa lavagem;
- Recorrer a programas de baixas temperaturas, sem prejuízo da lavagem da roupa, dada a eficácia dos actuais detergentes. O aquecimento de água é responsável por grande parte do consumo eléctrico de uma lavagem;

- Se possível, escolher o número de rotações por minuto (rpm) para adequar esta função à estação do ano. De Inverno, aumentar o rpm para que a roupa fique com menos humidade, facilitando a sua secagem ao ar livre, e no Verão diminuir esse valor;
- Seleccionar a função de pesar a roupa, que permite usar e aquecer apenas a água necessária para essa quantidade, reduzindo o desperdício de energia. Caso não exista esta função, efectuar uma meia carga, seleccionando o programa adequado e reduzir a quantidade de detergente;
- Sempre que possível, seleccionar a opção de poupança de água e energia na lavagem;
- Utilizar detergentes de boa qualidade em baixas temperaturas, e dosear de acordo com as indicações fornecidas na embalagem. Demasiado detergente pode danificar as roupas, para além de ter impactes negativos no ambiente;
- Antes de lavar a roupa separar em função das características e sujidade. Ler atentamente as etiquetas e escolher o programa adequado à roupa e evitar a utilização de programas a temperaturas de 60 a 90°C;
- Utilizar a máquina de lavar nas de horas de vazio. Se possível, programar o aparelho ou recorrer a um temporizador;

Na **limpeza e manutenção** de máquinas de lavar roupa também podem ser aplicadas as seguintes recomendações:

- Utilizar produtos descalcificantes e limpar regularmente os filtros da máquina de lavar (o de enchimento e o de vazamento da água). O calcário acumulado na resistência da máquina aumenta os consumos de energia, dificultando a obtenção da temperatura de lavagem desejada;
- Durante as férias do ano lectivo, ou no caso de existirem longas ausências nas residências, é aconselhável deixar a tampa da cuba aberta para evitar a formação de odores desagradáveis e desligar as ligações eléctricas e hidráulicas;

- Manter e ler o manual de instruções do aparelho, porque apresenta informações úteis para a optimização da sua utilização.

Máquinas de Lavar Roupa das lavandarias

As recomendações apresentadas anteriormente aplicam-se igualmente para as máquinas de lavar roupa das lavandarias das residências de estudantes da Universidade do Algarve. No entanto, a medida mais importante é a substituição das máquinas de lavar roupa por uma máquina industrial mais eficiente e de maior capacidade.

Máquina de Secar Roupa da lavandaria

Antes de recorrer a este aparelho, deve-se considerar sempre a possibilidade da roupa secar naturalmente, para evitar gastos com energia. Em Portugal, na zona do Algarve, existe um elevado número de horas de sol que podem ser aproveitadas com esta finalidade.

Caso não seja possível prescindir deste equipamento, deve-se ter em consideração as seguintes recomendações para garantir um menor consumo energético:

- Ajustar a carga da máquina à capacidade útil indicada pelo fabricante, de forma a evitar o desperdício de energia;
- Limpar os filtros para evitar que o consumo de electricidade aumente com a utilização deste equipamento;
- Centrifugar o máximo possível antes de secar a roupa na máquina. A secagem pela centrifugação é 70 vezes mais económica, do que a da máquina de secar. A rotação mínima deve ser de 750 rpm;
- Não misturar roupas húmidas com uma carga parcialmente seca;
- Se possível, utilizar o dispositivo de medição da humidade, que desliga a máquina quando as roupas estão secas;
- Secar os tecidos leves e os pesados em separado, para se obter toda a roupa seca em simultâneo.

Ferro de engomar

Na utilização do ferro de engomar podem ser aplicados os seguintes conselhos de forma a poupar energia nas residências de estudantes da Universidade do Algarve:

- Evitar ligar o ferro nos horários em que muitos aparelhos estão ligados, para não sobrecarregar a rede de energia eléctrica;
- Seguir as instruções de temperatura para cada tipo de tecido;
- Desligar o ferro duas ou três peças antes do final, pois este continuará a difundir calor.

Ao Cozinhar

Na **utilização do fogão a gás** existe uma série de recomendações que podem ser aplicadas para poupar no seu consumo:

- Antes de cozinhar, descongelar os alimentos sem recorrer ao microondas, de forma a diminuir o uso deste aparelho e do tempo necessário para a confecção dos alimentos;
- Para maximizar o aproveitamento de calor, a chama e o disco nos fogões e placas a gás, não devem ultrapassar a base do recipiente;
- Manter a chama do fogão no mínimo suficiente para garantir a fervura. Esta deve ter forma cónica e cor azulada. Caso contrário, deve-se chamar um técnico para afinar o fogão e evitar o desperdício de gás;
- Sempre que possível, tapar bem os recipientes durante a confecção dos alimentos;
- Utilizar recipientes de cerâmica ou vidro, que são materiais que retêm melhor o calor e permitem baixar a temperatura necessária ao cozinhado em cerca de 25°C;
- Utilizar panela de pressão para cozinhar de forma mais rápida e económica;
- Não ferver água em excesso para evitar o desperdício de energia;

- Desligar o fogão um pouco antes de terminar a confecção dos alimentos e aproveitar o calor presente no recipiente.

Na **compra de um forno**, deve-se ter em atenção, para além da sua eficiência energética, algumas questões:

- Entre um forno eléctrico ou a gás, optar pelo forno a gás, que é muito mais económico. Se utilizar gás natural, essa poupança será ainda mais acentuada;
- Escolher um forno com ventilação, que cozinha mais depressa e gasta menos energia;
- Optar por um forno com luz e temporizador para monitorizar as confecções e evitar abrir a porta, permitindo a poupança de energia;
- É preferível um forno com auto-limpeza, que apresenta um isolamento melhor e permite uma diminuição do tempo de preparação das refeições.

Para uma **utilização** mais eficiente do **forno a gás**, deve-se aplicar os seguintes conselhos:

- Desligar o forno algum tempo antes de finalizar a confecção, pois este mantém a temperatura durante algum tempo;
- Não abrir a porta constantemente para evitar desperdiçar energia;
- Verificar se a porta veda correctamente e não apresenta fuga de calor é um factor extremamente importante;
- Efectuar um pré-aquecimento de menor duração do que o aconselhado. Geralmente os tempos sugeridos são maiores do que os necessários;
- Utilizar recipientes de cerâmica ou vidro, que são materiais que retêm melhor o calor e permitem baixar a temperatura necessária para confecção em cerca de 25°C;
- Manter o forno limpo para reflectir melhor o calor e consumir menos energia;

- Antes de ligar o forno, colocar o tabuleiro na posição pretendida, evitando o desperdício de energia, ao efectuar esta tarefa já com o equipamento ligado;
- Se o forno for de grande dimensão, utilizar apenas para confeccionar grandes refeições, evitando o desperdício de energia com a confecção de pequenas quantidades de alimentos;
- Deixar espaço entre os vários tabuleiros do forno, de forma a permitir que o calor circule no meio.

Microondas

Na utilização do microondas e com vista a poupar energia, podem ser aplicadas as seguintes recomendações nas residências de estudantes da Universidade do Algarve:

- Descongelar sempre que possível os alimentos ao natural e não no microondas;
- Escolher a temperatura a usar de acordo com as necessidades;
- Na ausência de informação sobre o tempo de uma preparação específica, optar por períodos mais curtos de tempo, do que por uma duração excessiva.

Equipamentos de entretenimento ou de informática

Na **compra** de um novo **equipamento de entretenimento** ou de **informática** para as residências de estudantes da Universidade do Algarve, deve-se ter em conta as seguintes precauções:

- Para além dos consumos de utilização, deve-se verificar os consumos de “*stand-by*” e “*off-mode*”. Caso esta informação não esteja disponível, solicitar o manual de instruções;
- Na compra de um fax, consultar sempre os consumos em “*stand-by*” e preferir um fax incorporado no modem para permitir uma poupança de energia ainda maior;
- Entre um ecrã plasma ou um LCD, optar pelo LCD que consome menos energia, sem prejuízo da qualidade de imagem e com uma maior durabilidade;

- Entre um computador portátil ou de secretária, optar pelo portátil que consome cinco vezes menos energia, oferece mais opções de poupança de energia e apresenta a possibilidade de recorrer à bateria;
- Consultar o site Topten para obter informação sobre os equipamentos mais eficientes à venda no mercado português.

Na **utilização de equipamentos de entretenimento** podem ser aplicados os seguintes conselhos:

- Não deixar os equipamentos ligados quando não estão a ser utilizados;
- Não desligar a partir de controlo remoto. Apesar de ser mais prático, deixa os aparelhos em “*stand-by*”. Por vezes, este consumo não é muito diferente do consumo do aparelho ligado;
- Recorrer a um temporizador e programar os aparelhos (televisão, aparelhagem, etc.) para que se desliguem automaticamente;
- Os relógios das aparelhagens e dos leitores de DVD são consumos “*stand-by*”. Caso não se necessite desta função, deve-se ligar os equipamentos a uma tomada eléctrica com corte de corrente, para anular estes consumos desnecessários;
- Utilizar multtomadas para ligar e desligar vários equipamentos associados como por exemplo a televisão, o leitor de DVD e a aparelhagem;
- Não deixar o carregador de telemóvel ligado quando não está a ser utilizado.

No caso da **utilização** de equipamentos de **informática**, existem alguns conselhos que também podem ser aplicados nas residências de estudantes:

- Desligar o monitor sempre que se ausentar do computador. O monitor é responsável por grande parte do consumo do equipamento e pode gastar tanto quanto uma lâmpada de 100 W;
- Gerir o consumo de energia do computador, quando este não está a ser utilizado, através da opção de poupança de energia. Outra alternativa é activar a opção de hibernação, que não desliga o aparelho e permite uma significativa poupança de energia;

- Activar as opções de “stand-by” e hibernação para pequenos períodos de ausência. Para longos períodos de ausência deve-se desligar o computador;
- O “screensaver” do monitor não poupa energia. Quando o computador está ligado sem ser utilizado, deve-se recorrer ao modo de suspensão;
- Recorrer à bateria do portátil e aplicar procedimentos para a sua optimização: reduzir a luminosidade do ecrã, desligar o botão da rede sem fios (caso não se esteja a utilizar), evitar esquecer cartões de memória no interior, evitar a utilização excessiva de CDs ou DVDs que implicam um gasto acrescido e recorrer a alternativas como as canetas USB;
- Caso não estejam a ser utilizados, desligar da tomada a impressora, fotocopiador/scanner e colunas, ou desligar de uma tomada com corte de corrente;
- Evitar a utilização de impressoras e faxes a laser que consomem mais que as de jacto de tinta, embora com pouca diferença na qualidade.

3 – Conselhos para melhorar o conforto térmico

O conforto térmico é um factor determinante para a qualidade de vida. Assegurá-lo implica recorrer, na maior parte das vezes, a sistemas de climatização que regulam a temperatura e a humidade do ambiente interior.

O contributo destes sistemas no consumo energético global de uma casa é significativo e está estimado em cerca de 17% (Ecocasa, 2010).

A escolha do melhor sistema de climatização deve começar, se possível, na construção. Quanto melhor for a qualidade dos elementos construtivos, menor será a necessidade futura de recorrer à climatização artificial, atingindo uma redução da factura energética e consequentemente da ambiental (Ecocasa, 2010).

A seguir serão nomeados alguns conselhos gerais e de reabilitação energética para as residências de estudante da Universidade do Algarve, de forma a melhorar o seu conforto interno:

- No Verão, baixar as persianas para que o sol não incida nos envidraçados, reduzindo significativamente o aquecimento das habitações;

- No Inverno abrir as persianas para aproveitar a luz natural e aquecer as habitações;
- Isolar eficazmente portas, janelas, paredes, tectos e pavimentos;
- Calafetar as janelas e portas, para garantir o conforto no interior das habitações durante o Inverno e sem necessidade de recorrer ao aquecedor eléctrico;
- Caso se proceda à calafetagem, convém assegurar uma renovação mínima do ar de 2 em 2 dias, de modo a manter a qualidade do ar interior;
- Sempre que se liguem aparelhos de climatização, manter as portas e as janelas fechadas;
- As superfícies envidraçadas devem ser estanques à água e resistentes à acção do vento;
- Substituir os vidros simples por vidros duplos e optar por caixilhos mais eficientes;
- Consertar as protecções solares exteriores (estores) quando danificadas;
- Colocar protecções interiores (estores ou cortinas) em todas as janelas;
- O sombreamento para ser eficiente deve ser feito pelo lado exterior e interior. Caso não seja possível, optar pelo lado exterior;
- A caixa de estore deve estar adequadamente isolada, para reduzir a transmissão de calor e evitar as infiltrações de ar, nos períodos em que não forem desejadas.

4 – Conselhos para reduzir o consumo de água

Na utilização das **torneiras das casas de banho** das residências de estudantes da Universidade do Algarve, podem ser aplicados uma série de conselhos gerais e de reabilitação energética de forma a reduzir o seu consumo:

- Lavar as mãos de forma rápida e sem abrir a torneira no máximo;
- Fechar a torneira ao escovar os dentes. Em alternativa utilizar um copo para diminuir o consumo de água nesta tarefa;
- Fechar a torneira enquanto se barbeia.

- Instalar redutores de caudal e seguir as recomendações anteriores para reduzir o consumo de água em cerca de 85% (Ecocasa, 2010);
- Fechar correctamente as torneiras após a sua utilização;
- Utilizar água de lavagens, enxaguamento de roupa ou de duchas, com pouco detergente, para outras finalidades: lavagens, rega de plantas (por períodos limitados) e enchimento de autoclismos;
- Sempre que for necessário a substituição de uma torneira, optar por um modelo com menor caudal;
- Utilizar dispositivos mais eficientes que diminuem o consumo por utilização: torneiras com maior ângulo de abertura do manípulo, redutor de caudal, dispositivo arejador, dispositivo pulverizador, fecho automático ou torneiras com comando electrónico.

Para reduzir o consumo das **torneiras das cozinhas** das residências de estudantes da Universidade do Algarve podem ser aplicados os seguintes conselhos gerais e de reabilitação energética:

- Minimizar a utilização de água corrente para lavar as mãos, lavar ou descongelar alimentos, lavar loiça ou roupa. Recorrer à utilização alternativa de alguidar;
- Fechar correctamente as torneiras após a sua utilização;
- Utilizar a menor quantidade possível de água para cozinhar os alimentos. Em alternativa, utilizar o vapor, microondas ou panela de pressão;
- Utilizar água de lavagens, enxaguamento de roupa ou louça, com pouco detergente, para outras finalidades: lavagens, rega de plantas (por períodos limitados) e enchimento de autoclismos;
- Utilizar água de cozedura de vegetais para confeccionar sopas ou outros vegetais (no frigorífico pode durar vários dias);
- Se lavar a loiça à mão e encher o lava-loiça, pode conduzir a uma redução do consumo de água em cerca de 34% (Ecocasa, 2010);
- Sempre que for necessário a substituição de uma torneira, optar por um modelo com menor caudal;

- Utilizar dispositivos mais eficientes que diminuem o consumo por utilização: torneiras com maior ângulo de abertura do manípulo, redutor de caudal, dispositivo arejador, dispositivo pulverizador, fecho automático ou torneiras com comando electrónico.

Para permitir uma redução nos consumos dos **chuveiros** podem ser aplicados os seguintes conselhos gerais e de reabilitação energética:

- Preferir duches curtos e com um período de água corrente não superior a 5 minutos;
- Fechar a água do duche durante o período de ensaboamento;
- Utilizar um garrafão para aproveitar a água que sai do chuveiro, enquanto não aquece. Esta água pode ser utilizada para limpezas, rega ou em substituição da água do autoclismo;
- Sempre que for necessário substituir um chuveiro, optar por um modelo com menor caudal. A Instalação de chuveiros economizadores pode alcançar uma redução de consumo em cerca de 40% (Ecocasa, 2010);
- Utilizar torneiras misturadoras, monocomando ou termoestáticas que diminuem o consumo por utilização, porque reduzem o desperdício até a água atingir a temperatura desejada;
- Adaptar dispositivos convencionais através da instalação de um arejador, redutor de pressão (anilha ou válvula) ou válvula de seccionamento.

Existe uma série de opções e conselhos que podem ser aplicados de forma a reduzir o consumo dos **autoclismos** das residências de estudantes:

- Substituir os autoclismos tradicionais que apresentam capacidades entre 7 e 15 litros por descarga, por autoclismos com capacidades de 6 litros por descarga, com eficiência provada em diversos países;
- Na escolha de um novo autoclismo, optar por um sistema de dupla descarga: descarga de 6 litros e descarga mínima de 3 litros;
- Reduzir o volume de descarga, através da colocação de um objecto ou barreira no reservatório. Por exemplo, colocar uma garrafa de água de 1,5 litros para reduzir o volume de armazenamento activo;

- Adequar o uso do autoclismo. Utilizar a descarga de menor volume ou a interrupção da descarga, quando não se justificar a descarga total;
- Não deitar lixo para a sanita, evitando as descargas de água desnecessárias;
- Manter o autoclismo sem fugas, que representam um desperdício de cerca de 400 litros por dia (80 garrações) (Ecocasa, 2010). Colocar corante alimentar (anilina) no depósito do autoclismo e aguardar 10 a 15 minutos. Se surgir água colorida na sanita, significa que existem fugas;
- Avaliar a etiqueta de eficiência hídrica antes de adquirir um novo autoclismo.

A redução do consumo das **máquinas de lavar roupa** está directamente ligada à alteração da forma como estes equipamentos são utilizados.

A utilização adequada destes electrodomésticos consiste na minimização do número de lavagens e do consumo de água em cada lavagem, através de alterações comportamentais. As sugestões para melhorar a eficiência dos aparelhos já foram mencionadas anteriormente.

5 – Conselhos para a preparação de água quente sanitária (AQS)

Sempre que possível, deve-se optar por sistemas de AQS a partir de painéis solares. A certificação das empresas instaladoras garante a qualidade dos aparelhos e das instalações. Actualmente, este tipo de tecnologia está bem desenvolvida, e os aparelhos tem uma garantia mínima de 6 anos, embora algumas empresas estendam este prazo até 15 anos (Ecocasa, 2010).

Se as residências de estudantes apresentarem termoacumuladores, existe uma série de recomendações que podem ser aplicadas para diminuir os gastos de energia:

- Os termoacumuladores devem estar o mais próximo possível dos espaços que necessitam de AQS, para se atingir uma maior poupança de energia na utilização;
- Isolar os tubos de AQS com material próprio para reduzir as perdas de calor ao longo da tubagem;
- Isolar os reservatórios dos termoacumuladores para reduzir as perdas de calor;

- Não regular os termoacumuladores para uma temperatura muito alta, para evitar situações de sobreaquecimento, que levam a um consumo de energia superior ao necessário e à necessidade de compensação com água fria;
- Não regular os termoacumuladores para uma temperatura muito baixa, para não criar um ambiente propício à proliferação de microrganismos;
- Instalar um temporizador para aquecer a água apenas quando é necessário, evitando que os equipamentos estejam sempre a consumir energia para manter água quente, quando não se justifica. Os termoacumuladores necessitam de ser ligados algum tempo antes de serem utilizados, através do temporizador evita-se que estejam ligados 24 horas por dia;
- Efectuar regularmente a manutenção dos equipamentos para garantir um bom funcionamento. Assim, de três em três meses deve ser drenado 1/4 da água dos termoacumuladores, a partir da válvula na parte inferior dos depósitos, para prevenir o aumento da sedimentação de materiais.