



Jovito Manuel de Almeida Silva

# Auditorias Energéticas aos Edifícios dos SASUC

Setembro de 2012



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Universidade de Coimbra

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

**Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores**

## **Auditorias Energéticas aos Edifícios dos SASUC**

Jovito Manuel de Almeida Silva

**Júri:**

**Presidente:** Professor Doutor António Manuel de Oliveira Gomes Martins

**Orientador:** Professor Doutor Aníbal Traça Carvalho de Almeida

**Vogal:** Professor Doutor António Paulo Mendes Breda Dias Coimbra

Coimbra, Setembro de 2012



## **Agradecimentos**

Pela dedicação, pelo apoio, pela força, pelo sacrifício quero em primeiro lugar agradecer a toda a minha família, em particular à minha fantástica Mãe, que muito contribuiu para que toda a minha caminhada fosse possível.

Agradeço também à minha namorada, Vera Lisa Cordeiro Rocha, por todo o amor, suporte, paciência e companheirismo ao longo de todos estes anos, durante os quais me deu muita força para não desistir.

Quero da mesma forma agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Aníbal Traça Carvalho de Almeida, ao Engenheiro Carlos Patrão, à Engenheira Paula Fonseca, e finalmente ao Engenheiro Fernando Martins, pela orientação, apoio e inteira disponibilidade.

Ao Engenheiro Onésimo e a todos os funcionários dos SASUC, pela amabilidade, disponibilidade, e compreensão que demonstraram durante todas as visitas aos edifícios e pelo apoio prestado.

Pelos bons momentos, pelas preocupações, pelas muitas horas de estudo, pelas muitas horas a fazer instalações de equipamentos de monitorização, pelos azares durante as instalações, pelos passos contabilizados em cada compartimento, pelo apoio na realização deste trabalho, pela entajuda e pela amizade quero agradecer aos colegas e amigos António José Lopes Ramos e Luís Filipe Tabora Melo.

Por fim agradeço a todos os meus amigos e colegas de curso que durante estes anos estiveram sempre disponíveis para tudo, tornando estes anos memoráveis.

A todos, o meu muito obrigado.

“Não existe um caminho para a felicidade. A felicidade é o caminho.”

Mohandas Karamchand Gandhi

## **Resumo**

O trabalho realizado no âmbito desta dissertação consiste na realização de uma auditoria energética a três edifícios dos Serviços de Ação Social da Universidade de Coimbra (SASUC).

Na elaboração deste trabalho procurou delinear-se uma caracterização detalhada de cada edifício, realizar diversas monitorizações e proceder a uma auditoria deambulatória. O trabalho proposto resultou no levantamento das principais cargas para as quais se consegue procurar oportunidades de racionalização de consumos (ORC), o que pode contribuir para uma melhoria significativa dos consumos energéticos e uma redução nas emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), mantendo os mesmos níveis de conforto dos utilizadores.

Os SASUC apresentam serviços de apoio aos estudantes dos quais se destacam a alimentação, os alojamentos, os escritórios, os serviços médicos, os centros culturais, os apoios à infância (jardim de infância e creche) e a lavandaria. Os edifícios selecionados para esta dissertação foram a residência do Pólo II, do Pólo III e dos Combatentes. Esta escolha foi feita essencialmente pela dimensão e pela data de construção dos edifícios. Os Pólo II e III apresentam uma dimensão considerável e uma data de construção que permite a comparação dos diferentes sistemas de iluminação e equipamentos utilizados. Em contrapartida a residência dos combatentes é de menor dimensão, permitindo a comparação dos consumos entre dois tipos de alojamento distintos.

Para conhecer melhor as residências foi também realizada uma análise à faturação, de modo a averiguar os consumos e as principais necessidades energéticas. Foi ainda realizado um inquérito com um caráter de sensibilização e com o objetivo de apurar quais são os equipamentos utilizados pelos estudantes da residência, bem como quais as práticas em algumas ações do dia a dia.

**Palavras-Chave: Auditoria Energética; Eficiência Energética; Emissões de Dióxido de Carbono; Oportunidades de Racionalização de Consumos.**

## **Abstract**

The work presented in this thesis consists in the realization of an energy audit on 3 buildings belonging to the Social Services at the University of Coimbra (SASUC).

During this work we aimed at elaborating a detailed characterization of each building, monitor energy consumptions and perform a deambulatory audits. The presented work resulted in the discovery of the principal charges prone to consumption rationalization (ORC), which may contribute to a significant energetic consumption improvement and a carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emission reduction without compromising the user's comfort level.

The SASUC provide support services to students such as restaurant, accommodation, offices, medical services, cultural centres, child support (kinder-garden and day care center's) and laundry. The selected buildings for this dissertation were the polo II and III residences, as well as the Combatentes residence. We have chosen those facilities due to their dimension and construction date. Polo II and III residences present a considerable dimension and a construction date that enables a comparative analysis of different lighting systems and equipment used. On the other hand the Combatentes facilities are smaller, allowing a comparative analysis between different building types.

In order to further characterize the buildings we analysed the services billing to check the consumptions and principal energetic needs. We also conducted an energy efficiency awareness survey in order to find out which of the equipment's were usually used by the student community and its corresponding daily uses.

**Keywords: Energy audit, energy efficiency, carbon dioxide emissions, opportunities for rationalization of consumption.**



# Índice

Lista de Figuras .....	iv
Lista de Tabelas.....	v
Lista de Acrónimos .....	vi
1 Introdução.....	1
1.1 Apresentação .....	1
1.2 Objetivos e enquadramento .....	1
1.3 Estrutura da Dissertação .....	2
2 Auditoria Energética .....	3
2.1 Definições e objetivos .....	3
2.2 Fases e Tipos de Auditoria .....	4
2.3 Metodologia.....	5
3 Tarifário.....	6
3.1 Situação Contratual dos Edifícios.....	6
3.1.1 Combatentes .....	6
3.1.2 Pólo II.....	6
3.2 Energia Ativa.....	7
3.2.1 Combatentes .....	7
3.2.2 Pólo II.....	8
3.3 Energia Reativa.....	10
3.3.1 Combatentes .....	10
3.3.2 Pólo II.....	10
3.4 Faturação .....	11
3.4.1 Combatentes .....	11
3.4.2 Pólo 2.....	12
4 Auditoria Energética às Residências .....	13

4.1	Apresentação das Residências .....	13
4.1.1	Combatentes .....	13
4.1.2	Pólo II.....	13
4.1.3	Pólo III.....	13
4.2	Constituição .....	14
4.2.1	Combatentes .....	14
4.2.2	Pólo II.....	14
4.2.3	Pólo III.....	14
4.3	Utilização de Energia nas Residências .....	14
4.4	Auditoria Deambulatória .....	15
4.4.1	Potência Total Instalada por Piso .....	15
4.4.2	Potência Instalada por Divisão .....	17
4.4.3	Potência Instalada por Tipo de Utilização.....	19
4.5	Auditoria Analítica .....	22
4.5.1	Quadro Geral .....	22
4.5.2	Monitorizações Variadas.....	28
5	Inquéritos realizados aos estudantes da residência .....	33
5.1	Objetivos.....	33
5.1.1	Resultados Obtidos.....	33
6	Oportunidades de Racionalização de Consumos .....	35
6.1	Alteração do Sistema de Iluminação .....	35
6.1.1	Iluminação dos Quartos.....	35
6.1.2	Iluminação dos Corredores.....	39
6.1.3	Iluminação da Cozinha.....	43
6.1.4	Iluminação das Escadas.....	45
6.1.5	Iluminação da Lavandaria .....	46

6.2	Bombas de Água.....	48
6.2.1	Pólo III.....	48
6.3	Substituição das máquinas de lavar .....	48
6.3.1	Combatentes .....	48
7	Conclusões .....	50
	Bibliografia.....	50
	Anexos.....	51

## Lista de Figuras

Figura 3. 1 - Consumos de Potência Ativa Residência dos Combatentes.....	7
Figura 3. 2 - Evolução do Consumo de Energia Ativa em Vazio Normal, Super Vazio, Pontas e Cheias .....	8
Figura 3. 3 – Evolução da Faturação da Energia Ativa.....	8
Figura 3. 4 – Energia Ativa Total Consumida Anualmente.....	9
Figura 3. 5 - Evolução do Consumo de Energia Reativa .....	10
Figura 3. 6 - Evolução do Custos com a Energia Reativa.....	10
Figura 3. 7 – Desagregação da Faturação Anual.....	11
Figura 3. 8 – Evolução da Faturação Total .....	12
Figura 4. 1 – Residência dos Combatentes .....	13
Figura 4. 2 - Residência 2 do Pólo II.....	13
Figura 4. 3 - Residência do Pólo III .....	14
Figura 4. 4 – Diagrama de Carga Global da Instalação .....	22
Figura 4. 5 – Diagrama de Carga Global da Instalação .....	23
Figura 4. 6 – Diagrama de Carga Global da Instalação .....	24
Figura 4. 7 – Desagregação por Períodos Horários.....	25
Figura 4. 8 – Desagregação por Períodos Horários.....	26
Figura 4. 9 – Desagregação por Períodos Horários.....	26
Figura 4. 10 – Distribuição da Potência Reativa.....	27
Figura 4. 11 – Distribuição da Potência Reativa.....	28
Figura 4. 12 – Diagrama de Carga do Piso 0 da Residência dos Combatentes.....	29
Figura 4. 13 – Diagrama de Carga do Piso 4 da Residência do Pólo II.....	29
Figura 4. 14 – Diagrama de Carga do Piso 1 da Residência do Pólo III.....	30
Figura 4. 15 – Diagrama de Carga da Lavandaria da Residência do Pólo II .....	31
Figura 4. 16 – Diagrama de Carga da Bomba de Água da Residência do Pólo III.....	32
Figura 5. 1 - Resultados da 3ª pergunta (Combatentes) .....	33
Figura 5. 2 - Resultados da 3ª pergunta (Pólo III).....	33
Figura 5. 3 - Resultados da 10ª pergunta (Combatentes) .....	34
Figura 5. 4 - Resultados da 10ª pergunta (Pólo III).....	34
Figura 5. 5 - Resultados da 15ª pergunta (Combatentes) .....	34
Figura 5. 6 - Resultados da 15ª pergunta (Pólo III).....	34

## Lista de Tabelas

Tabela 3. 1 – Informação Contratual da residência dos Combatentes .....	6
Tabela 3. 2 – Informação Contratual da residência 2 do Pólo II.....	6
Tabela 4. 1 - Potência total instalada por piso.....	15
Tabela 4. 2 - Potência total instalada por piso.....	16
Tabela 4. 3 - Potência total instalada por piso.....	17
Tabela 4. 4 - Desagregação da Potência Instalada por Tipo de Utilização .....	19
Tabela 4. 5 - Desagregação da Potência Instalada por Tipo de Utilização .....	20
Tabela 4. 6 – Desagregação por Equipamento (Cozinha).....	20
Tabela 4. 7 – Desagregação por Equipamento (Lavandaria) .....	20
Tabela 4. 8 - Desagregação da Potência Instalada por Tipo de Utilização .....	21
Tabela 6. 1 - Resumo das propostas para a substituição das lâmpadas.....	36
Tabela 6. 2 – Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação dos Quartos .....	37
Tabela 6. 3 – Estudo da Proposta para o Sistema de Iluminação dos Quartos.....	38
Tabela 6. 4 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação dos Corredores .....	39
Tabela 6. 5 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação dos Corredores .....	40
Tabela 6. 6 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação dos Corredores .....	42
Tabela 6. 7 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação da Cozinha .....	43
Tabela 6. 8 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação das Cozinha.....	44
Tabela 6. 9 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação das Cozinha.....	44
Tabela 6. 10 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação das Escadas .....	45
Tabela 6. 11 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação das Escadas .....	46
Tabela 6. 12 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação das Escadas .....	46
Tabela 6. 13- Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação da Lavandaria.....	47
Tabela 6. 14 - Estudo da Substituição das Máquinas de Lavar a Roup.....	49

## **Lista de Acrónimos**

ARC – Arca Frigorífica

AT – Alta Tensão

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BE – Balastro Eletrónico

BFM – Balastro Ferromagnético

BTE – Baixa Tensão Especial

BTN – Baixa Tensão Normal

CFL – Lâmpadas Fluorescente Compacta

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

EDP – Energia de Portugal

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

FP – Fator de Potência

kVArh – Kilovolt-Ampere Reativo Hora

kWh – Kilowatt Hora

MAT – Muito Alta Tensão

MT – Média Tensão

MWh – Megawatt Hora

ORC – Oportunidade de Racionalização de Consumos

SASUC – Serviços de Ação Social da Universidade de Coimbra

# **1 Introdução**

## **1.1 Apresentação**

O presente documento foi desenvolvido para a obtenção do grau de Mestre, no ramo de Energia, do curso Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC), referente ao ano letivo 2011/2012.

Este trabalho descreve todo o trabalho realizado para a obtenção de uma Auditoria Energética a alguns Edifícios dos SASUC (Serviços de Ação Social da Universidade de Coimbra). De entre os vários Edifícios a escolha recaiu nas Residências do Pólo II, Pólo III e Combatentes.

Em todas as Residências foram feitos trabalhos de campo para a obtenção de uma auditoria deambulatória, que permitiu a obtenção de dados e informações que, em função dos objetivos propostos, permitiram conhecer todas as características Energéticas de cada Residência.

Foram ainda analisados dados de faturação, realizados inquéritos de sensibilização e de recolha bem e realizadas diversas monitorizações.

## **1.2 Objetivos e enquadramento**

O principal objetivo nesta dissertação é a procura de oportunidades de racionalização de consumos (ORC) obtidas através de um estudo exaustivo aos edifícios, da análise aos dados obtidos nas várias monitorizações na faturação e em alguns aspetos que foram obtidos na realização dos inquéritos. Essas políticas podem vir a permitir, a curto prazo, grandes alterações no real consumo de eletricidade o que permite por um lado uma diminuição da faturação e por outro lado a diminuição das emissões de gases com efeito de estufa.

Este projeto enquadra-se numa parceria entre o ISR e os SASUC que visa na recolha de informações aos seus Edifícios, bem como uma melhoria dos mesmos ao nível energético.

### **1.3 Estrutura da Dissertação**

Esta dissertação encontra-se dividida em 8 capítulos.

No primeiro capítulo é feita uma breve introdução ao documento.

No segundo capítulo é feita uma definição para o que é uma auditoria energética, apresentando os seus objetivos, os parâmetros necessários para a sua realização e a metodologia adotada.

No terceiro capítulo é feita uma análise à situação contratual, onde se procura diferenciar o tipo de energia bem como as características e consumos de cada Residência.

No quarto capítulo é feita a apresentação, constituição e análise a todos os dados obtidos na realização deste trabalho.

No quinto capítulo é feito o tratamento dos dados obtidos a partir dos inquéritos realizados.

No sexto capítulo são apresentadas propostas de alteração de sistema e de equipamentos procurando oportunidades de racionalização de consumos.

No sétimo capítulo surgem as conclusões finais obtidas na realização deste trabalho.

Por fim, surgem os anexos com informações que complementam este trabalho.

## **2 Auditoria Energética**

### **2.1 Definições e objetivos**

Uma auditoria energética pode definir-se como um conjunto de ações que procuram fazer uma caracterização da utilização de Energia, procurando oportunidades de racionalização de consumos (ORC) através da identificação e implementação de medidas capazes de melhorar a eficiência energética mantendo o mesmo nível de conforto.

É a caracterização detalhada dos consumos que torna possível a identificação de eventuais ações ou medidas a implementar para uma utilização mais eficiente e racional da energia, tendo em vista a redução dos encargos [1].

De uma forma mais sistemática podemos identificar como objetivos de uma auditoria os seguintes [1]:

- Identificar e quantificar as formas de energia utilizadas;
  - Caracterizar a estrutura do consumo da energia;
  - Quantificar os consumos energéticos por setor, produto ou equipamento;
- Propor um plano de racionalização para as ações e investimentos a empreender;
  - Estabelecer e quantificar potenciais medidas de racionalização;
  - Analisar técnica e economicamente as soluções encontradas;
  - Avaliar o desempenho dos sistemas de geração, transformação e utilização de energia;
  - Relacionar o consumo de energia com a produção (calculando, nomeadamente, os consumos específicos);
  - Especificar um plano de gestão de energia para a empresa;
  - Propor a substituição de equipamentos do processo por outros mais eficientes;
  - Propor a alteração das fontes energéticas, caso se justifique;

## 2.2 Fases e Tipos de Auditoria

O processo de caracterização dos consumos é normalmente sistemático e faseado no sentido de um maior detalhe. Assim em termos gerais, e apesar das classificações serem sempre subjetivas, poder-se-á dizer que uma auditoria energética tem quatro fases [1]:

- Auditoria sintética
  - Síntese dos consumos por vetores energéticos e encargos. É feita, normalmente, com recurso à faturação das diversas fontes de energia e permite uma caracterização global dos consumos de energia e respetivos encargos financeiros.
- Auditoria genérica/deambulatória
  - Vistoria às condições de funcionamento das principais instalações (“check-list” resumida). As “check-list” devem ser adequadas a cada situação.
- Auditoria analítica
  - Análise dos consumos por tipo de equipamento (exige normalmente algumas monitorizações e determinação de padrões de funcionamento). A determinação do padrão de funcionamento de alguns equipamentos pode exigir uma monitorização breve, se a potência pedida é constante e os períodos de funcionamento identificados pelo operador/utilizador do equipamento, ou mais demorada, se a potência pedida varia (com a carga, por exemplo).
- Auditoria tecnológica
  - Alterações nos processos. Os resultados desta auditoria permitem avaliar soluções alternativas em termos de processo e tomar decisão quanto a possíveis alterações.

No entanto, para que o processo de auditoria tenha mais hipóteses de sucesso, é necessário [1]:

- Responsabilizar (pedir a colaboração de quem trabalha nos locais e/ou com os equipamentos / sistemas);
- Planear a auditoria (o que se faz, quem faz o quê, onde e quando);
- Realizar a auditoria;
- Rever todos os dados recolhidos (se estão todos, se são coerentes, etc.).

## 2.3 Metodologia

Para que uma auditoria consiga atingir todos os parâmetros propostos é necessário que todo o processo seja planeado ao pormenor, para isso, uma boa metodologia pode garantir uma preparação adequada para a obtenção dos melhores resultados.

Uma possível metodologia a ser utilizada para a realização de auditorias energéticas apresenta as seguintes fases [1]:

1. Preparação da Intervenção:
  - a) Recolha e análise de informação documental;
  - b) Análise do processo produtivo e energético;
  - c) Recolha de informações relativas a tecnologias disponíveis no mercado.
  - d) Preparação da intervenção em campo.
  
2. Intervenção Local:
  - a) Recolha de informação energética da empresa;
  - b) Análise do processo produtivo;
  - c) Estabelecimento dos fluxos de energia;
  - d) Instalação de equipamento de registo em contínuo (monitorização);
  - e) Medições complementares;
  
3. Tratamento de Dados:
  - a) Tratamento e análise dos dados recolhidos – Determinação de: Balanços energéticos, consumos específicos, etc;
  - b) Avaliação do potencial de economias de energia;
  - c) Conclusões;
  
4. Elaboração do Relatório da Auditoria (apresentação organizada de todos os elementos):
  - a) Informações básicas sobre a empresa;
  - b) Contabilidade energética;
  - c) Análise da utilização de energia por produto ou processo.

### 3 Tarifário

Neste capítulo pretende-se realizar uma análise à situação contratual de cada residência, para saber se os tarifários se adequam às necessidades.

Os dados fornecidos pelos SASUC apresentam características diferentes para cada uma das residências e por isso, a análise realizada, procura discriminar o maior número de informação mediante os dados recolhidos.

No Pólo III não existe um contrato individualizado de fornecimento de energia e por isso a análise ao tarifário, para esta residência, não foi realizado. A razão pela não faturação no Pólo III prende-se com o fato de haver, nesse local, uma única fatura para todos os edifícios dos SASUC.

#### 3.1 Situação Contratual dos Edifícios

##### 3.1.1 Combatentes

A residência dos Combatentes, tem um contrato de baixa tensão normal, opção de médias utilizações, tarifa tri-horária e ciclo horário diário. A potência contratada é de 41,40 kVA.

Das três residências esta é a que apresenta a mais baixa potência requisitada pois como se viu na auditoria deambulatória esta é sem dúvida a residência mais pequena e com menor potência instalada.

**Tabela 3. 1 – Informação Contratual da residência dos Combatentes**

Informação Contratual	
Tarifa Contratada	BTN-Médias UT, Tri-Horário
Ciclo	Horário Diário
Potência Contratada	41,4 kVA
Zona da Qualidade de Serviço	Eletricidade – A

##### 3.1.2 Pólo II

A residência 2 do Pólo II, tem um contrato de baixa tensão normal, opção de médias utilizações, tarifa tetra-horária e ciclo horário diário. A potência contratada é de 44,20 kVA.

Comparativamente à residência dos combatentes verifica-se um aumento da potência contratada e a passagem para uma tarifa contratada de BTE-Médias UT.

**Tabela 3. 2 – Informação Contratual da residência 2 do Pólo II**

Informação Contratual	
Tarifa Contratada	BTE-Médias UT, Tetra-Horário
Ciclo	Horário Diário
Potência Contratada	44,20 kW
Zona da Qualidade de Serviço	Eletricidade – A

## 3.2 Energia Ativa

### 3.2.1 Combatentes

Foi feita uma análise detalhada às faturas que foram disponibilizadas pelos SASUC, no entanto não foi possível fazer uma desagregação precisa dos consumos pois nesta residência não existe telecontagem e são feitas estimativas, sem que sejam obtidos os valores que são realmente consumidos em cada mês. Assim, apesar de inicialmente terem sido traçados gráficos que poderiam desagregar os consumos por período e por mês, estes não foram utilizados porque não representavam a realidade pois apresentavam um consumo constante, na maioria dos meses, devido a não ter sido feita qualquer leitura ou estimativa em longos períodos, não constando, por isso, nesta análise.

Todavia foi possível apresentar, como se pode verificar no gráfico seguinte, os consumos anuais da residência.

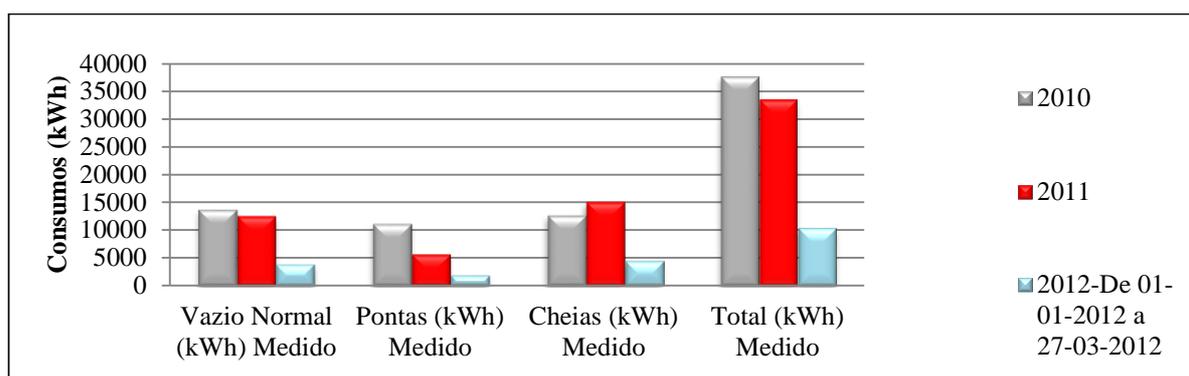


Figura 3. 1 - Consumos de Potência Ativa Residência dos Combatentes

Pela **Figura 3.1** verifica-se que em 2010 os consumos, nas horas de vazio normal, pontas e no total, foram superiores, já no caso das horas de cheias esse valor é superior em 2011. Do ano 2012 apenas foram disponibilizados dados até ao dia 27-01-2012 e para um período idêntico conseguimos fazer uma comparação com os restantes anos e conclui-se que, em média, num período compreendido entre janeiro e março os consumos totais por dia para 2010, 2011 e 2012 são, respetivamente, 109,07 kWh, 102,73 kWh e 118,586 kWh. Destes dados constata-se que o consumo diário nesse período para o ano 2012 aumentou em comparação com os anos anteriores.

Numa tentativa de melhorar a análise referente à desagregação dos consumos de energia ativa por períodos horários, foram criados gráficos onde essa desagregação fica mais perceptível, podendo os mesmos serem consultados no **Apêndice III.1.1** do presente documento.

Pela análise, dos referidos gráficos, constata-se que o período de horas de ponta é o que representa menor consumo, com uma percentagem próxima dos 20%. Em situação contrária surge, com uma percentagem próxima dos 44%, o período das horas de cheias que corresponde a um valor elevado no que diz respeito aos consumos da residência.

Resta salientar a percentagem de aproximadamente 37%, correspondente ao período de vazio normal.

### 3.2.2 Pólo II

Contrariamente ao que se verificou na residência dos combatentes podemos, no caso da residência 2 do Pólo II, a partir da análise das faturas referentes ao consumo de energia elétrica alusivas aos anos de 2010, 2011 e 2012 representar graficamente a evolução dos consumos de energia ativa, como se pode verificar na **Figura 3.2**.

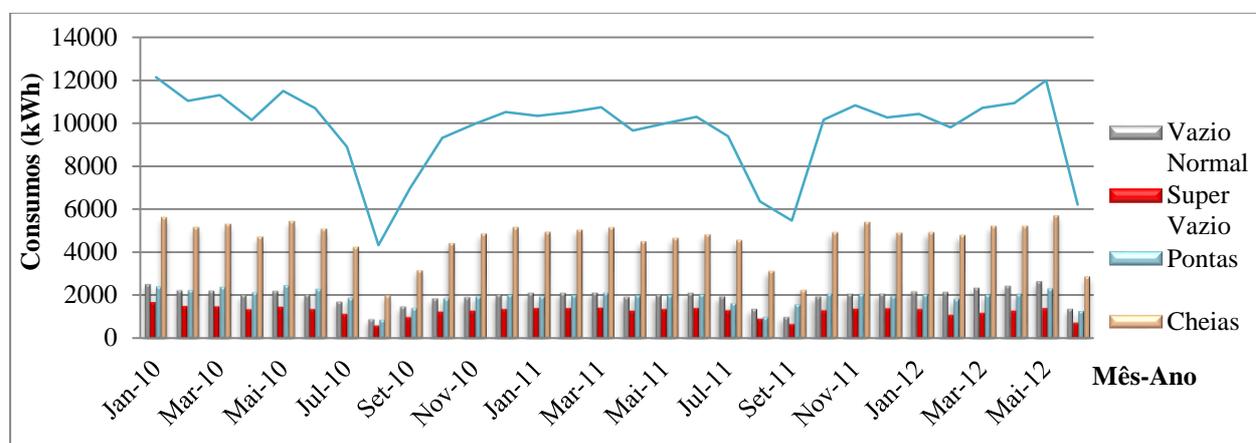


Figura 3. 2 - Evolução do Consumo de Energia Ativa em Vazio Normal, Super Vazio, Pontas e Cheias

Na **Figura 3.2** fica evidente que os maiores consumos da residência se verificam nas horas de cheias o que é perfeitamente espectável uma vez que corresponde ao período de maior utilização do edifício, devido ao uso da lavandaria nesses períodos e também pela utilização das cozinhas pelos estudantes, por exemplo.

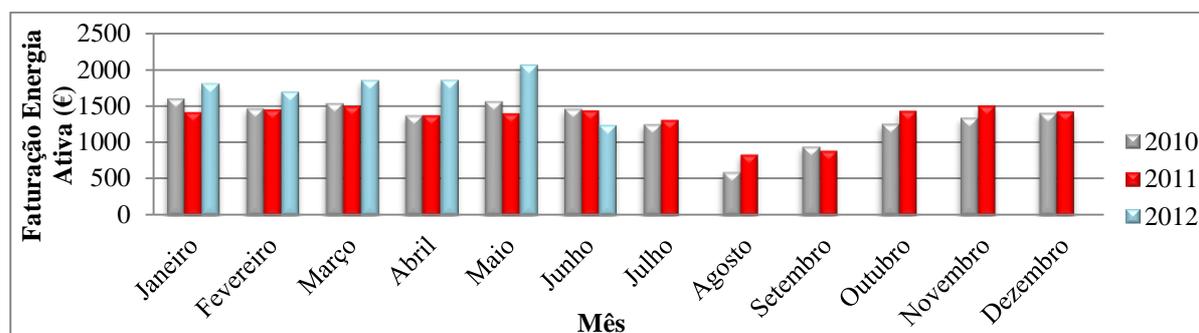
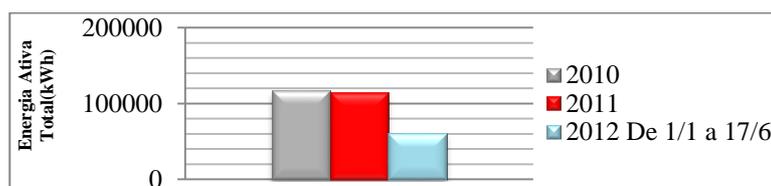


Figura 3. 3 – Evolução da Faturação da Energia Ativa

Por outro lado, conseguimos analisar a evolução de consumos para os anos 2010, 2011 e 2012, onde se constata que os meses com menor utilização correspondem aos meses de agosto e setembro pois nesse período a residência permanece fechada ou com uma utilização reduzida. Este ano, por exemplo, esteve previsto o encerramento completo da residência, mas isso não chegou a acontecer devido à necessidade de utilização da lavandaria.

Pela **Figura 3.3** consegue-se confirmar que, efetivamente, os períodos de menor utilização se verificam nos meses de agosto e setembro, onde a faturação chega a ser menos de metade do que em alguns meses.



**Figura 3.4 – Energia Ativa Total Consumida Anualmente**

Através da representação da evolução do consumo anual de energia ativa, visível no gráfico da **Figura 3.4**, verifica-se que os consumos tendem a ser constantes. No entanto, observa-se uma pequena diminuição em 2011 e pelos dados compreendidos entre 01-01-2012 e 17-06-2012 consegue-se constatar que existe uma tendência para a diminuição dos consumos.

Numa tentativa de melhorar a análise referente à desagregação dos consumos de energia ativa por períodos horários, foram criados gráficos onde essa desagregação fica mais perceptível do que pelos dados obtidos na **Figura 3.2** que podem ser consultados no **Apêndice III.1.2** do presente documento.

Pela análise, dos referidos gráficos, constata-se que os períodos de vazio normal e super vazio são os que representam menores consumos, com uma percentagem próxima dos 19% e 13%, respetivamente. Em situação contrária surge, com uma percentagem próxima dos 47%, o período das horas de cheias.

Resta salientar os consumos, nas horas de ponta que corresponde a um curto período (4 horas), pois apresentam valores relativamente altos, correspondendo a uma percentagem de aproximadamente 20%. Este elevado consumo deve-se, essencialmente, ao fato de o horário das pontas corresponder ao período em que os estudantes estão na residência e consequentemente a consumir energia e também por porque neste período a lavandaria está em funcionamento.

### 3.3 Energia Reativa

#### 3.3.1 Combatentes

No caso da residência dos combatentes o contrato é de baixa tensão normal e por isso a energia reativa não é contabilizada.

#### 3.3.2 Pólo II

A residência 2 do Pólo II tem um contrato de baixa tensão especial e neste caso a energia reativa é faturada e tem um custo associado que vai variando consoante os consumos do cliente.

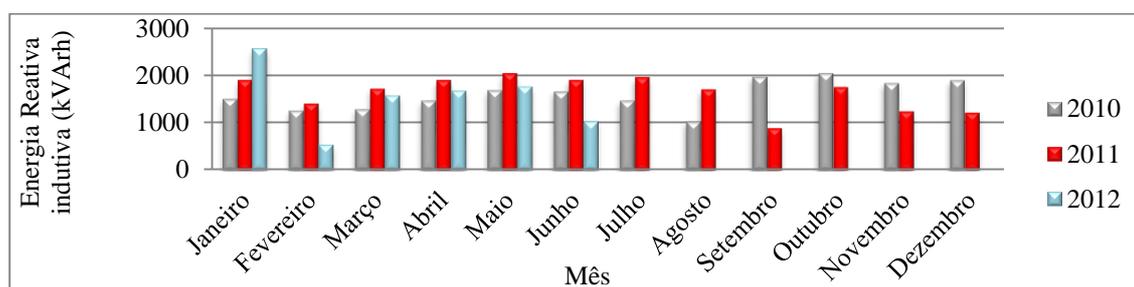


Figura 3. 5 - Evolução do Consumo de Energia Reativa

Pela observação direta da **Figura 3.5**, constata-se que a energia reativa consumida em 2010 nos oito primeiros meses é superior do que em 2011 e que a partir do mês de setembro o cenário vai inverter passando a consumir mais reativa em 2011 do que em 2010. Dos dados obtidos relativamente ao ano 2012 verifica-se uma diminuição em todos os meses exceto o mês de janeiro em que o consumo foi mais elevado.

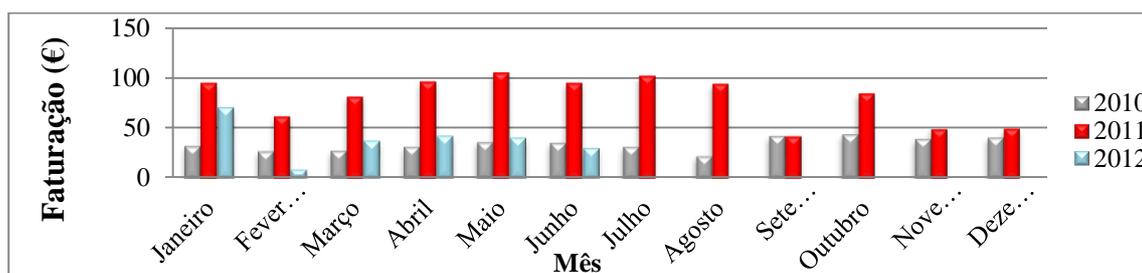


Figura 3. 6 - Evolução do Custos com a Energia Reativa

Pela **Figura 3.6**, constata-se que o ano 2011 foi o ano em que os consumos com energia reativa foram mais elevados e se por um lado esses valores podem depender do tipo de equipamentos utilizados, da própria iluminação e também do horário, por outro lado esses valores são ainda dependentes do custo por kVArh consumido. Nesse capítulo o ano 2011 apresenta um preço efetivamente mais elevado e por isso o preço mais elevado que é pago.

Para compreender a diferença significativa dos custos referentes a cada ano, segue em

anexo, uma representação dos custos associados aos anos 2010, 2011 e 2012 e verifica-se que para um consumo de 1000 kVArh os custos pagos, não considerando o imposto sobre o valor acrescentado, para os anos 2010, 2011 e 2012 são, respetivamente, 21,2 €, 48,95 €, 25,18 €. Podendo ser visto no **Apêndice III.1.3**. Para a obtenção destes valores foi necessário realizar uma percentagem sobre o tipo de energia reativa para que o preço pago dependesse dos vários escalões referentes a cada ano, um escalão para 2010, dois escalões para 2011 e três escalões para 2012.

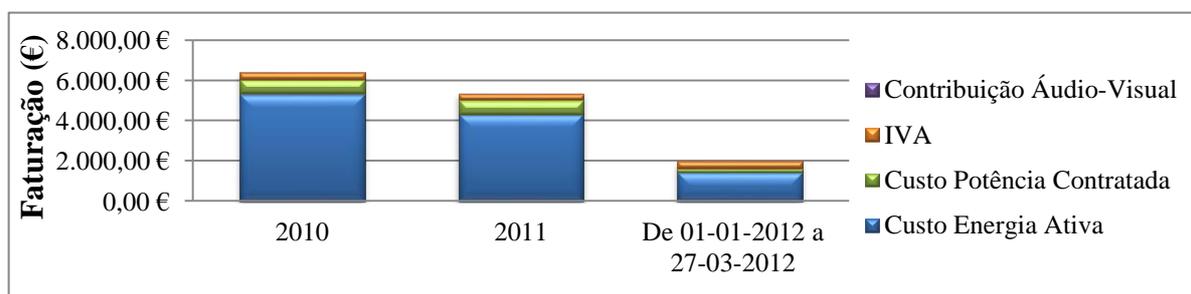
Estes dados pretendem mostrar a razão pela qual o gráfico da **figura 3.6** apresenta um valor elevado para os consumos de energia reativa para o ano 2011.

Na mesma figura apenas são contabilizados os custos diretos com a energia reativa.

### 3.4 Faturação

#### 3.4.1 Combatentes

A **Figura 3.7** representa a evolução da faturação ao longo dos últimos dois anos e três meses. Este valor engloba os custos com a energia ativa, a potência contratada, o imposto sobre o valor acrescentado e a contribuição Áudio-Visual, apresentando o valor faturado anualmente.



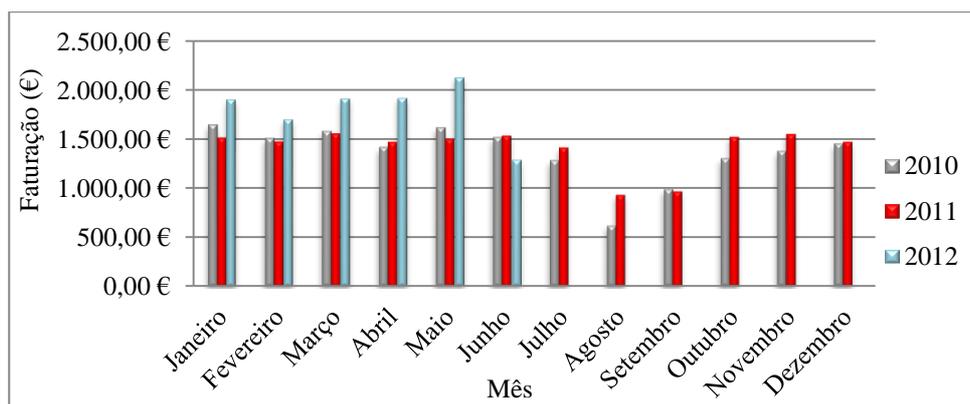
**Figura 3. 7 – Desagregação da Faturação Anual**

Como se pode observar pela figura, a energia ativa corresponde ao valor mais elevado na faturação sendo seguida pelo custo associado à potência contratada, ao imposto sobre o valor acrescentado e à contribuição Áudio-Visual. Como existe uma enorme diferença entre a contribuição Áudio-Visual e os restantes dados, no gráfico é quase impercetível a presença da mesma.

Ao contrário do que seria de esperar, verifica-se uma diminuição dos encargos com a energia elétrica, obtendo uma diferença entre 2010 e 2011 de cerca de 1053€, o que implica uma poupança mensal de um valor a rondar os 85€.

### 3.4.2 Pólo 2

A **Figura 3.8** representa a evolução da faturação ao longo dos últimos dois anos e meio. Este valor engloba os custos com a energia ativa, a potência de horas de ponta, a energia reativa, o imposto sobre o valor acrescentado, o termo tarifário, a potência contratada, e a contribuição Áudio-Visual, apresentando o valor faturado mensalmente pago nos anos 2010, 2011 e 2012.



**Figura 3. 8 – Evolução da Faturação Total**

Na tentativa de demonstrar a influência de cada um dos fatores constituintes da fatura energética, foram criados os gráficos presentes no **Apêndice III.1.4**, onde é possível verificar quais os gastos com cada um dos fatores constituintes para os últimos dois anos e meio.

Como se pode observar pela figuras, a energia ativa corresponde ao valor mais elevado na faturação sendo seguida pelo custo associado à potência horas de ponta, à energia reativa, ao imposto sobre o valor acrescentado, ao termo tarifário, à potência contratada, e à contribuição Áudio-Visual e ao imposto especial consumo em 2012.

Ao contrário da residência dos combatentes, verifica-se que a faturação para os anos 2010 e 2011 é idêntica, obtendo diferenças que vão até um máximo de 315€, para o mês de Agosto, onde tal como para os meses de Abril, Junho, Julho Outubro e Novembro os consumos são superiores no ano 2011. Em situação contrária estão os restantes meses onde a fatura foi mais elevada em 2010.

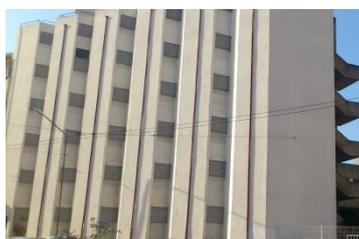
## **4 Auditoria Energética às Residências**

### **4.1 Apresentação das Residências**

#### **4.1.1 Combatentes**

A residência dos combatentes foi inaugurada em 1986 e tem capacidade para alojar noventa e oito estudantes do sexo feminino.

Esta residência tem a particularidade, que se verifica em outras residências não estudadas neste trabalho, de apresentar características típicas de um prédio de habitação, no entanto vêm-se algumas alterações que permitem a utilização da mesma como residência universitária.



**Figura 4. 1 – Residência dos Combatentes**

#### **4.1.2 Pólo II**

A residência 2 do Pólo II foi inaugurada em 2003 e tem capacidade para alojar noventa e dois estudantes do sexo masculino e setenta e duas estudantes do sexo feminino.

Esta residência foi construída no Pinhal de Marrocos para servir de residência universitária aos alunos da Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra nos curso de Engenharia Informática, de Engenharia Química, Eletrotécnica e de computadores, Civil e Mecânica permitindo uma ocupação mista, ao contrário do que se sucede com a residência dos Combatentes.



**Figura 4. 2 - Residência 2 do Pólo II**

#### **4.1.3 Pólo III**

A mais recente residência universitária do Pólo III foi inaugurada em 2009 e tem capacidade para alojar cento e vinte e quatro estudantes do sexo masculino e cento e quarenta e duas estudantes do sexo feminino.

Esta residência foi construída na Azinhaga de Santa Comba, Celas junto aos Hospitais da Universidade de Coimbra e serve de residência universitária aos alunos das Ciências da Saúde, permitindo uma ocupação mista, como se sucede com a residência do Pólo II.



**Figura 4. 3 - Residência do Pólo III**

## **4.2 Constituição**

### **4.2.1 Combatentes**

A residência dos Combatentes é constituída por seis pisos com características comuns nos vários pisos, à exceção do último piso onde existe um terraço. Essas características foram discriminadas, após algumas visitas ao edifício, e agrupadas podendo ser analisadas por piso nas tabelas presentes no **Apêndice IV.1**.

### **4.2.2 Pólo II**

A residência 2 do Pólo II é constituída por 5 pisos com características comuns nos vários pisos. Uma característica que apresenta alguma curiosidade é a designação dos vários pisos, pois não existe o piso 0. Essas características foram discriminadas, após algumas visitas ao edifício, e agrupadas podendo ser analisadas por piso nas tabelas presentes no **Apêndice IV.2**.

### **4.2.3 Pólo III**

A residência do Pólo III é constituída por 4 pisos com características comuns nos vários pisos. Essas características foram discriminadas, após algumas visitas ao edifício, e agrupadas podendo ser analisadas por piso nas tabelas presentes no **Apêndice IV.3**.

## **4.3 Utilização de Energia nas Residências**

Dada a semelhança no que diz respeito à utilização de energia pode-se, desta forma, fazer uma única descrição do tipo de energia utilizada e qual a sua finalidade.

Segundo os dados obtidos constata-se que existem dois tipos de recursos energéticos, eletricidade e gás natural. A energia elétrica aparece como a principal fonte de energia utilizada e

é responsável pela alimentação de todos os componentes elétricos do edifício, que vão desde os equipamentos de cozinha à iluminação. Por outro lado o gás natural é utilizado para os sistemas de AQS e de Aquecimento central.

Apesar da importância dos consumos de gás natural neste trabalho não foram analisados e apenas se realizou o estudo dos consumos elétricos de cada um dos edifícios.

#### 4.4 Auditoria Deambulatória

Para a realização da Auditoria Deambulatória foi utilizado um smartphone que através de uma folha em Microsoft Excel [Base de auditoria por piso.xls] tornou mais fácil a recolha dos dados, como podemos ver na **Tabela IV.1.14** presente no **Apêndice IV.4**.

Numa posterior análise foi possível fazer o agrupamento dos dados obtidos permitindo desta forma apresentar detalhadamente todas as características da residência.

##### 4.4.1 Potência Total Instalada por Piso

###### 4.4.1.1 Combatentes

Através de uma análise aos dados introduzidos no Microsoft Excel [Combatentes Total.xlsx] concluímos que este apresenta uma potência instalada total de 46545 W.

Sabendo o valor da potência total instalada pode fazer-se uma desagregação da mesma por piso, para desta forma saber-se como é distribuída, essa potência, pela residência.

**Tabela 4.1 - Potência total instalada por piso**

Piso	Potência Instalada (W)	Percentagem
Total instalado piso 0	10150	21,81%
Total instalado piso 1	7984	17,15%
Total instalado piso 2	8422	18,09%
Total instalado piso 3	7984	17,15%
Total instalado piso 4	8422	18,09%
Total instalado piso 5	3583	7,70%
<b>Total instalado</b>	<b>46545</b>	<b>100,00%</b>

Pela **Tabela 4.1** pode-se verificar que o Piso com menor potência instalada é o piso 5 onde existe o terraço e as cargas referentes ao elevador que representam 7,70% da potência total instalada, correspondente a 3583 W de potência instalada. Por sua vez, o piso com maior potência instalada, 10150 W, é o Piso 0 e essa pequena diferença relativamente aos restantes pisos deve-se sobretudo pela existência da sala do responsável e pelo hall de entrada. Dos restantes dados constata-se que os pisos 1 e 3 apresentam a mesma potência instalada, de 7984 W, o que dá uma percentagem total de 34,31%. Da mesma forma os pisos 2 e 4 apresentam

igualmente a mesma potência instalada de 8422 W, correspondendo a uma percentagem total de 36.19%.

#### 4.4.1.2 Pólo II

Através de uma análise aos dados introduzidos no Microsoft Excel [Polo II total.xlsx] constatou-se que este apresenta uma potência instalada total de 171239,5 W.

Sabendo o valor total da potência instalada pode fazer-se uma desagregação da mesma por piso, ficando desta forma a saber como é distribuída essa potência pela residência.

**Tabela 4. 2 - Potência total instalada por piso**

Piso	Potência Instalada (W)	Percentagem
Total instalado piso -1	58229,5	34,00%
Total instalado piso 1	41109	24,01%
Total instalado piso 2	23967	14,00%
Total instalado piso 3	23967	14,00%
Total instalado piso 4	23967	14,00%
<b>Total instalado</b>	<b>171239,5</b>	<b>100,00%</b>

Pela **Tabela 4.2** pode-se verificar que os Pisos com menor potência instalada são os pisos 2, 3 e 4 que apresentam uma potência instalada de 23967 W o que representa 14% da potência total instalada, este valor é igual para os três pisos pois apresentam a mesma distribuição de carga e a mesma constituição. Por sua vez, o piso com maior potência instalada, 58229,5 W, é o Piso -1 e isso deve-se ao facto de existir neste piso uma lavandaria que apresenta equipamentos com uma elevada potência. Dos restantes dados constata-se que o piso 1 apresenta uma potência instalada de 41109 W, o que dá uma percentagem de 24,01%, o e que o piso 1 apresenta uma percentagem superior aos pisos seguintes que se justifica essencialmente pelo fato de existir na cozinha fogões totalmente elétricos, ao contrário do que se verifica nos restantes pisos em que existe uma placa de fogão mista.

#### 4.4.1.3 Pólo III

Através da análise aos dados introduzidos no Microsoft Excel [Polo III total.xlsx] constatou-se que este apresenta uma potência instalada total de 205683 W.

Sabendo o valor total da potência instalada resta fazer uma desagregação da mesma por piso, ficando desta forma a saber como é distribuída essa potência pela residência.

**Tabela 4.3 - Potência total instalada por piso**

Piso	Potência Instalada (W)	Porcentagem
Total instalado piso -2	32187	15,65%
Total instalado piso -1	93134	45,28%
Total instalado piso 0	32757	15,93%
Total instalado piso 1	47605	23,14%
<b>Total instalado</b>	<b>205683</b>	<b>100,00%</b>

Pela **Tabela 4.3** pode-se verificar que os Pisos com menor potência instalada são os pisos -2 e 0 que apresentam uma potência instalada de 32187 W e 32757 W, respetivamente, o que representa 15,65% da potência total instalada no caso do piso -2 e 15,93% para o piso 0. Por sua vez, o piso com maior potência instalada, 93018 W, é o Piso -1 e isso deve-se ao facto de existir neste piso uma lavandaria que apresenta equipamentos com uma potência elevada e também por existir um espaço dedicado ao responsável da residência. Dos restantes dados constata-se que o piso 1 apresenta uma potência instalada de 47605 W, o que corresponde a uma percentagem de potência instalada de 23,14%. O piso 1 apresenta uma percentagem superior aos pisos -2 e 0 porque para além do elevado número de quartos também é neste piso que estão os elevadores.

#### 4.4.2 Potência Instalada por Divisão

Já é conhecida a constituição da residência e o valor da potência instalada total e por piso mas estes dados não conseguem, por si só, demonstrar a forma como a energia está distribuída por cada divisão. Para isso criou-se uma tabela para que desta forma fique visível quais os espaços em que ocorre um maior gasto de energia.

##### 4.4.2.1 Combatentes

Pela análise da tabela referente à distribuição, que pode ser vista no **Apêndice IV.4.1 Tabela IV.16**, pode verificar-se que as divisões onde existe uma maior potência instalada são a despensa, a casa de banho e a cozinha representando no total 80.76% da potência instalada. Este valor elevado justifica-se por ser nestes locais que estão as cargas mais significativas da residência como é o caso das máquinas de lavar nas casas de banho, do ferro de passar a roupa e do aspirador na despensa e dos eletrodomésticos instalados na cozinha.

Por outro lado os pequenos valores obtidos nas restantes divisões justificam-se por serem maioritariamente provenientes de um sistema de iluminação.

Podemos ainda referir o valor mais acentuado para o terraço que se justifica pela atribuição do elevador neste espaço.

#### 4.4.2.2 Pólo II

Pela análise da tabela referente à distribuição, que pode ser vista no **Apêndice IV.4.1 Tabela IV.17**, pode verificar-se que as divisões onde existe uma maior potência instalada são a cozinha e a lavanderia representando uma percentagem total de 81,95%. Este valor justifica-se pela existência, nestes espaços, das cargas mais elevadas da residência como é o caso dos eletrodomésticos instalados na cozinha e das máquinas de lavar, secar e passar da lavanderia.

Os quartos representam uma percentagem considerável, 6,12%, não pela potência instalada em cada um, que é de apenas 112 W, mas sim pela existência de oitenta e quatro quartos no total.

Dos restantes dados, faz-se uma referência para a sala de apoio, onde opera uma cozinha improvisada para os funcionários, para a sala das caldeiras, onde existem bombas e equipamentos de controlo, para o elevador e ainda para a sala da responsável onde existe todo o material informático.

Por outro lado os pequenos valores obtidos nas restantes divisões justificam-se por serem maioritariamente provenientes de um sistema de iluminação.

#### 4.4.2.3 Pólo III

Pela análise da tabela referente à distribuição, que pode ser vista no **Apêndice IV.4.1 Tabela IV.18**, pode verificar-se que a divisão onde existe uma maior potência instalada é a cozinha com uma potência instalada de 82581 W correspondendo a uma percentagem de 40,15% relativamente à potência instalada total. Este valor elevado justifica-se pela existência de um número elevado de cozinhas e também devido às elevadas cargas provenientes dos eletrodomésticos lá instalados.

De entre os dados mais significativos, nota para a potência instalada na Lavandaria, nas caldeiras e nos quartos que representam uma potência instalada de 33732 W, 26456 W e 22008W, respetivamente.

Com as quatro divisões, mencionadas anteriormente, obtém-se uma percentagem de potência total instalada igual a 80,11%, o que demonstra que são nestes espaços que ocorrem os maiores consumos de energia.

Pode-se ainda referir que as casas de banho representam um consumo considerável não pela potência instalada, que é de apenas 312 W, mas sim pelo seu elevado número.

Dos restantes dados, a iluminação dos corredores surge com uma percentagem de 3,75% seguida dos elevadores e do apartamento do responsável, com percentagens de 3,40% e 2,27%, respetivamente.

Por outro lado, os pequenos valores obtidos nas restantes divisões justificam-se por serem maioritariamente provenientes de um sistema de iluminação.

### 4.4.3 Potência Instalada por Tipo de Utilização

#### 4.4.3.1 Combatentes

No caso da residência dos Combatentes o facto de ser de pequenas dimensões torna-se relativamente fácil fazer a desagregação dos consumos, de qualquer forma esta separação permite verificar onde ocorrem os maiores gastos de energia.

**Tabela 4. 4 - Desagregação da Potência Instalada por Tipo de Utilização**

Tipo de utilização	Potência Instalada (W)	Percentagem
Iluminação	3479	7,47%
Equipamento cozinha	11000	23,63%
Equipamentos da despensa	15000	32,23%
Equipamentos casa de banho	11100	23,85%
Equipamentos hall entrada	810	1,74%
Elevador	3500	7,52%
Outros	1656	3,56%
<b>Total instalado</b>	<b>46545</b>	<b>100,00%</b>

Como se pode verificar na **Tabela 4.4** os maiores gastos verificam-se na despensa devido à potência do ferro de passar a roupa e do aspirador, na casa de banho devido à potência das máquinas de lavar e na cozinha devido à potência do micro-ondas da torradeira e do frigorífico.

Dos restantes dados obtidos o elevador surge com uma percentagem de 7,52 % devido ao elevado consumo do mesmo, esse valor foi estimado por termo de comparação pois não foi possível realizar uma motorização devido ao fato deste estar avariado. De seguida surge a iluminação que apresenta uma potência instalada de 3479 W correspondente a uma percentagem de 7,47%. Por fim surgem os restantes equipamentos que correspondem essencialmente aos equipamentos da sala, televisão, TDT e arca frigorífica e da sala do responsável, computador e servidor de internet.

#### 4.4.3.2 Pólo II

No caso da residência 2 do Pólo II existem equipamentos que apresentam utilizações específicas e por isso o estudo feito com uma desagregação desses consumos permite verificar onde ocorrem os maiores gastos de energia.

**Tabela 4. 5 - Desagregação da Potência Instalada por Tipo de Utilização**

Tipo de utilização	Potência Instalada (W)	Porcentagem
Iluminação	15654	8,96%
Equipamentos de cozinha	97294	55,68%
Equipamentos da sala de apoio	5540	3,17%
Equipamentos lavanderia	43880	25,11%
Elevador	3500	2,00%
Outro	8871,5	5,08%
<b>Total instalado</b>	<b>174739,5</b>	<b>100,00%</b>

Como se pode verificar na **Tabela 4.5** os maiores gastos verificam-se na cozinha e na lavanderia e por isso o estudo destes equipamentos será realizado, separadamente.

Dos restantes dados obtidos destaque para a iluminação que surge com uma percentagem de 8,96%. De seguida, surgem os restantes equipamentos que apresenta uma potência instalada de 8871,5 W correspondente a uma percentagem de 5,08% devido à introdução dos equipamentos presentes na sala das caldeiras. Por fim surgem a sala de apoio e o elevador que apresentam uma potência inferior aos 6000 W e por isso uma percentagem bastante reduzida.

As **Tabelas 4.6 e 4.7** representam a desagregação da potência instalada por tipo de tecnologia na cozinha e na lavanderia, respetivamente.

**Tabela 4. 6 – Desagregação por Equipamento (Cozinha)**

Equipamento	Potência Total (W)	Porcentagem
Iluminação	312	1,47%
Bicos de fogão	3000	14,14%
Frio	900	4,24%
Aspirador	2000	9,42%
Micro-ondas	1000	4,71%
Forno	5186	24,44%
Ferro de passar	2000	9,42%
Maquina café	1200	5,65%
Grelhador	1800	8,48%
Outras	3825	18,02%
<b>Total</b>	<b>21223</b>	<b>100,00%</b>

**Tabela 4. 7 – Desagregação por Equipamento (Lavanderia)**

Equipamento	Potência Total (W)	Porcentagem
Iluminação	464	1,05%
Máquina de lavar	22000	49,61%
Máquina de secar	11400	25,71%
Máquinas de lavar alunos	2800	6,31%
Calhandra	7680	17,32%
<b>Total</b>	<b>44344</b>	<b>100,00%</b>

Através da **Tabela 4.6**, verifica-se que a maior potência instalada, na cozinha, corresponde aos fornos com 5186 W, representando 24,44% da potência total instalada, seguem-se todos os restantes equipamentos que vão desde a televisão até aos pequenos eletrodomésticos como é o caso da varinha mágica, fervedor, etc.

Os bicos do fogão com uma potência de 3000 W e com uma percentagem de 14,14% surgem como os terceiros equipamentos com maior consumo elétrico, seguidos do ferro de passar e do grelhador que apresentam uma percentagem próxima dos 10%. Por fim surgem

alguns equipamentos com uma potência inferior aos 1500 W, de entre eles, destaque para a iluminação que apenas constitui uma pequena percentagem de 1,47%.

Na lavanderia a maior potência instalada corresponde às duas máquinas de lavar a roupa industriais, com uma potência de 22000 W, correspondendo a quase metade (49,61%) da potência total instalada. Dos restantes equipamentos destaques para a máquina de secar e para a calhandra que juntas representam uma percentagem de 43,03%.

Como já foi referido anteriormente existe uma cozinha que apresenta ligeiras diferenças e por isso, não justifica o seu estudo em separado.

#### 4.4.3.3 Pólo III

No caso da residência do Pólo III existem equipamentos que apresentam utilizações específicas e por isso o estudo feito com uma desagregação desses consumos permite verificar onde ocorrem os maiores gastos de energia.

**Tabela 4. 8 - Desagregação da Potência Instalada por Tipo de Utilização**

Tipo de utilização	Potência Instalada (W)	Percentagem
Iluminação	53158	25,84%
Equipamentos de cozinha	79785	38,79%
Apartamento responsável	4600	2,24%
Equipamentos lavanderia	33500	16,29%
Elevador	7000	3,40%
Outros	27640	13,44%
<b>Total instalada</b>	<b>205683</b>	<b>100,00%</b>

Como se pode verificar pela **Tabela 4.8** os maiores gastos verificam-se na cozinha e ao contrário do que se verifica na residência do Pólo II, onde existe equipamentos com uma elevada potência, as cargas nestas cozinhas não apresentam uma potência muito elevada, aparecendo a fritadeira, o forno, e a torradeira como as cargas com maior potência não ultrapassando todavia os 2000W. Apesar disso, a potência total instalada de equipamentos de cozinha apresenta 79785W, correspondendo a uma percentagem de 38,79% que é um valor bastante acima dos restantes valores obtidos.

Dos restantes dados destaque para a iluminação que surge com uma percentagem de 25,84% representando o segundo valor mais elevado no que diz respeito à potência instalada com 53158W, segue-se a lavanderia que apresenta uma potência instalada de 33500 W correspondente a uma percentagem de 16,29% e por fim surgem todos os outros equipamentos (que representam as cargas menos significativas), os elevadores e o apartamento com uma percentagem conjunta de 19,08%.

## 4.5 Auditoria Analítica

Para a realização da auditoria analítica realizou-se uma planificação dos aparelhos/espacos que deveriam ser monitorizados. Para essas monitorizações foram utilizados os equipamentos das marcas **Chauvin Arnoux** e **Hioki**. Estes aparelhos permitiram a obtenção de dados relativos a uma semana ou duas semanas com um intervalo de 15 minutos.

As datas e as especificações de cada medição pode ser vista na **Tabela IV.18** do **Apêndice IV**. A análise aos dados obtidos por monitorização foi realizada através do Microsoft Excel onde foi possível traçar os diagramas de carga, fazer desagregação de consumos, verificar os desequilíbrios, controlar o fator potência, entre um vasto conjunto de resultados.

Alguns diagramas de carga encontram-se apresentados no **Apêndice IV.4** pois não era possível apresentar todas as monitorizações no corpo do documento.

### 4.5.1 Quadro Geral

#### 4.5.1.1 Diagrama de Carga

##### 4.5.1.1.1 Combatentes

Através da monitorização realizada ao quadro principal, da residência dos Combatentes, foi possível obter o diagrama de carga da **Figura 4.4**, que representa uma semana de monitorização realizada de 09-04-2012 a 15-04-2012.

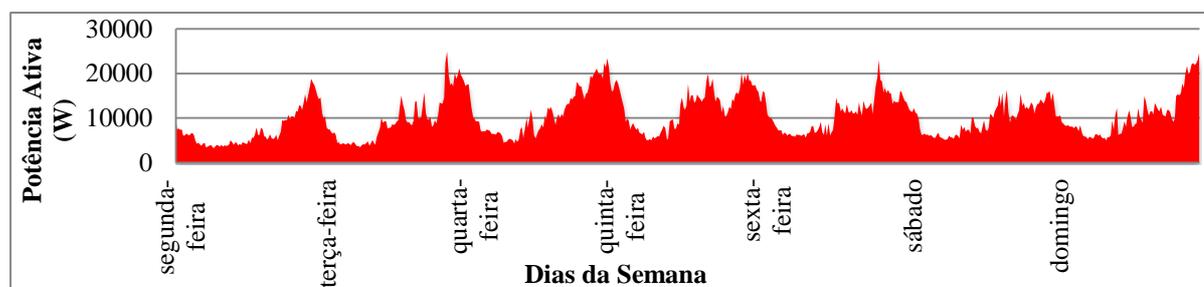


Figura 4. 4 – Diagrama de Carga Global da Instalação

Pela observação da **Figura 4.4** pode-se concluir que durante a semana de monitorização o diagrama de carga apresenta uma enorme semelhança por todos os dias, havendo pequenas variações como no caso de segunda-feira em que as potências apresentam um pico máximo mais reduzido do que para os dias seguintes. No sábado verifica-se igualmente um baixo consumo mas no domingo verifica-se um consumo maior de potência ativa principalmente no final do dia.

Na análise aos dados da monitorização verificou-se que a potência ativa da instalação sofreu uma variação que foi desde um mínimo de 3529,85 W e um máximo de 27529,16 W. Esse valor

máximo, obtido, é definido como ponta do diagrama e ocorreu no dia 16-04-2012 pelas 22 horas.

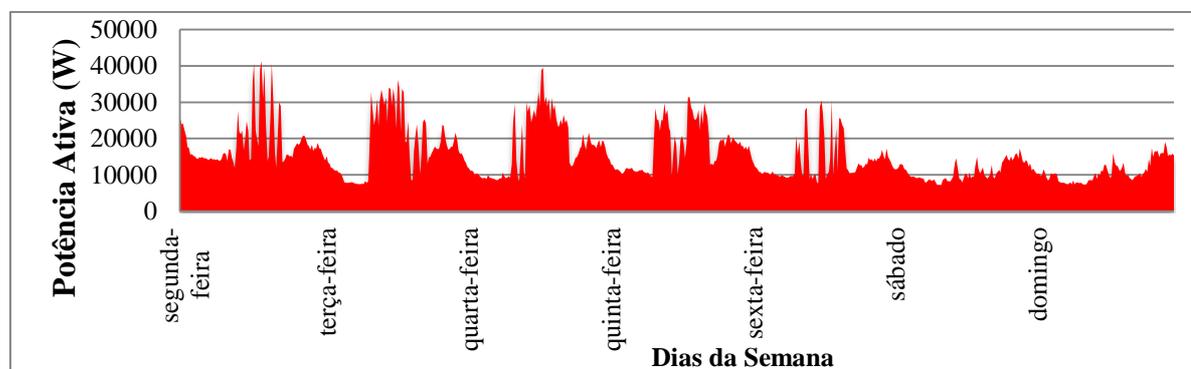
Dos dados recolhidos verifica-se que as pontas diárias ocorrem, com maior frequência, no período das 20h e as 00h o que pode ser explicado por corresponder ao período em que os estudantes estão na residência e conseqüentemente a consumir energia, no entanto a ponta de sábado acontece, ao contrário do resto da semana às 16h e como acontece durante o fim de semana é compreensível pois a lotação da residência era reduzida.

Pelo diagrama de carga verifica-se que o valor mínimo se verifica próximo dos 4000 W, em praticamente toda a semana, e isso deve-se essencialmente aos consumos dos equipamentos de frio e dos equipamentos que ficam em standby.

Em relação às cargas principais, verifica-se que ocorrem, como se pode ver pelo diagrama de carga, no final do dia, por volta das 20 horas que é o período em que os estudantes preparam as suas refeições e permanecem na residência.

#### 4.5.1.1.2 Pólo II

Através da monitorização realizada ao quadro principal, da residência 2 do Pólo II, foi possível obter o diagrama de carga da **Figura 4.5**, que representam uma semana de monitorização realizada de 13-02-2012 a 19-02-2012.



**Figura 4. 5 – Diagrama de Carga Global da Instalação**

Pela observação da **Figura 4.5** pode-se concluir que durante a semana de monitorização o diagrama de carga apresenta uma enorme semelhança em todos os dias uteis, havendo pequenas variações como no caso de segunda-feira, onde existe um pico máximo mais elevado, chegando a passar os 40000 W de potência ativa. No sábado e domingo consegue-se verificar uma diminuição das potências e isso justifica-se, devido a não existe um grande número de alunos aos fins de semana pois muitos vão para a sua terra natal nesse período.

Na análise aos dados da monitorização verificou-se que a potência ativa da instalação sofreu uma variação que foi desde um mínimo de 7144,94 W e um máximo de 41404,50293 W. Esse

valor máximo, obtido, é definido como ponta do diagrama e ocorreu no dia 13-02-2012 pelas 13 horas e 45 minutos.

Dos dados recolhidos verifica-se que as pontas diárias ocorrem, com maior frequência, no período das 9h e as 13h o que pode ser explicado por corresponder ao período em que a lavandaria está em funcionamento e também porque é a hora de almoço e alguns estudantes estão na residência e consequentemente a consumir energia. Pode-se igualmente verificar que no fim de semana as pontas não se verificam no mesmo período mas sim entre as 20h e as 22h.

Pelo diagrama de carga verifica-se que o valor mínimo se verifica próximo dos 6000 W, em praticamente toda a semana, e isso deve-se essencialmente aos consumos dos equipamentos de frio e dos equipamentos que ficam em standby.

As principais cargas ocorrem, como se pode ver pelo diagrama de carga, ao meio dia e ao final do dia, que são os períodos de maior utilização da lavandaria e em que os estudantes preparam as suas refeições e permanecem na residência.

#### 4.5.1.1.3 Pólo III

Através da monitorização realizada ao quadro principal, da residência do Pólo III, foi possível obter o diagrama de carga da **Figura 4.6**, que representa uma semana de monitorização realizada de 04-06-2012 a 10-06-2012.

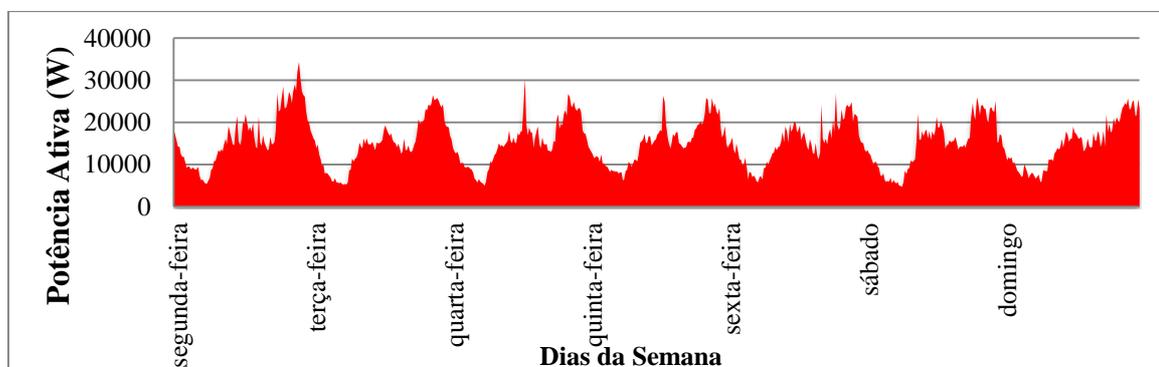


Figura 4. 6 – Diagrama de Carga Global da Instalação

Pela observação da **Figura 4.6** pode-se concluir que durante a semana de monitorização o diagrama de carga apresenta uma enorme semelhança em todos os dias da semana, havendo pequenas variações como no caso de segunda-feira onde existe um pico máximo mais elevado, chegando a atingir um valor próximo dos 35000 W de potência ativa. Ao contrário da residência do Pólo II, nesta residência, não se verifica uma diferença no sábado e domingo em comparação com os restantes dias da semana. Esse fato pode estar diretamente relacionado com o período em que foi realizada a monitorização, pois corresponde a um período onde ocorriam avaliações e por isso muitos alunos permaneciam na residência durante o fim de semana.

Na análise aos dados da monitorização verificou-se que a potência ativa da instalação sofreu uma variação que foi desde um mínimo de 4685,02 W e um máximo de 34367,25 W. Esse valor máximo, obtido, é definido como ponta do diagrama e ocorreu no dia 04-06-2012 pelas 21 horas e 45 minutos.

Dos dados recolhidos verifica-se que as pontas diárias ocorrem, com maior frequência, no período das 19h e as 22h o que pode ser explicado por corresponder ao período em que os estudantes estão na residência e conseqüentemente a consumir energia, nomeadamente na cozinha na preparação do jantar. Pode-se igualmente verificar que no fim de semana as pontas não se verificam no mesmo período mas sim entre as 20h e as 22h.

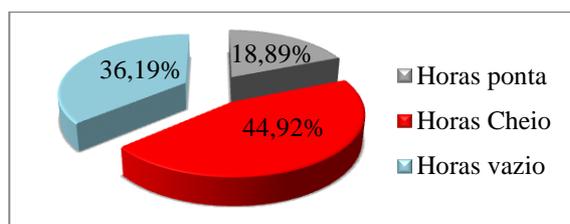
Pelo diagrama de carga verifica-se que o valor mínimo se verifica próximo dos 5000 W, em praticamente toda a semana, e isso deve-se essencialmente aos consumos dos equipamentos de frio e dos equipamentos que ficam em standby.

As principais cargas ocorrem, como se pode ver pelo diagrama de carga, ao meio dia e ao final do dia, que são os períodos de maior utilização por parte dos estudantes que preparam as suas refeições e permanecem na residência.

#### 4.5.1.2 Desagregação de Consumos por Período Horário

##### 4.5.1.2.1 Combatentes

Para saber como a energia é distribuída foi criado o gráfico da **Figura 4.7** que representam a desagregação de consumos de energia elétrica por período horário para a semana estudada.



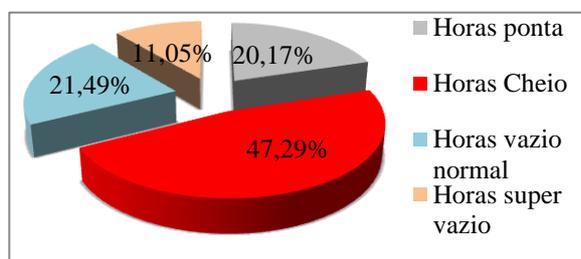
**Figura 4. 7 – Desagregação por Períodos Horários**

Pelo gráfico anterior verifica-se um maior consumo de energia elétrica nas horas de ponta com uma percentagem de 44,92% de seguida, surgem as horas de vazio com uma percentagem de 36,19% e por fim verificamos uma percentagem para as horas de ponta de 18,89%, o que representa um valor considerável dado o curto período a que se refere.

Considerando os consumos totais para a semana estudada constatou-se que o consumo total foi de 1726,18 kWh.

#### 4.5.1.2.2 Pólo 2

Para saber como a energia é distribuída foram criados os gráficos da **Figura 4.8** que representam a desagregação de consumos de energia elétrica por período horário para a primeira e segunda Semana.



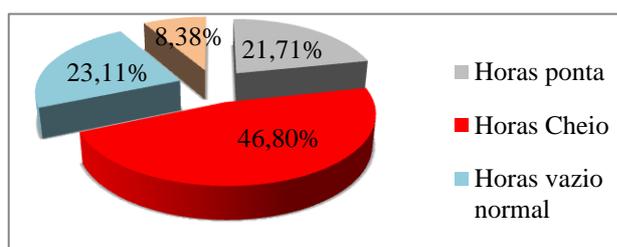
**Figura 4. 8 – Desagregação por Períodos Horários**

Pelo gráfico anterior verifica-se um maior consumo de energia elétrica nas horas de cheio com uma percentagem de 47,29%, de seguida, surgem as horas de vazio, com uma percentagem de 21,49% e as horas de ponta com 20,17%. Por fim verificamos uma percentagem para as horas de super vazio de 11,05% e 10,30% que representa o menor valor de entre os vários períodos.

Considerando os consumos totais constatou-se que para a semana estudada o consumo total foi de 2608,380 kWh.

#### 4.5.1.2.3 Pólo 3

Para saber como a energia é distribuída foram criados os gráficos da **Figura 4.9** que representam a desagregação de consumos de energia elétrica por período horário para a primeira e segunda Semana.



**Figura 4. 9 – Desagregação por Períodos Horários**

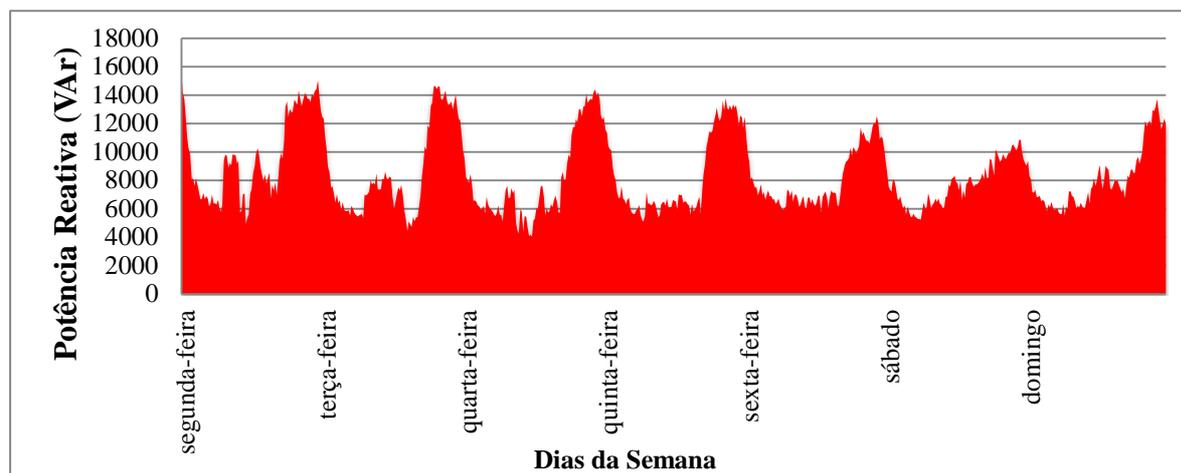
Pelo gráfico anterior verifica-se um maior consumo de energia elétrica nas horas de cheio com uma percentagem de 46,80%, de seguida, surgem as horas de vazio, com uma percentagem de 23,11% e as horas de ponta com, respetivamente, 21,71%. Por fim verificamos uma percentagem para as horas de super vazio de 8,38%, representando o menor valor de entre os vários períodos.

Considerando os consumos totais para cada semana constatou-se que para a primeira semana o consumo total foi de 2559,11 kWh.

### 4.5.1.3 Energia Reativa

#### 4.5.1.3.1 Pólo II

A **Figura 4.10** representa a distribuição da potência reativa total ao longo de uma semana.



**Figura 4. 10 – Distribuição da Potência Reativa**

Através dos diagramas, que representam a distribuição da potência Ativa e reativa, pode-se concluir que em horas fora de vazio a potência reativa nunca ultrapassa 40% do valor da potência ativa em horas fora de vazio, condição necessária para a faturação de energia reativa. Desta forma constata-se que durante o período de monitorização não foi faturada energia reativa.

Pode-se ainda verificar que a potência reativa da residência do Pólo II é, no período monitorizado, indutiva, ou seja, essa energia é absorvida pela residência.

Outro dado que se pode retirar do diagrama é o fato de haver um consumo mínimo a rondar os 4000VAR em todos os dias da semana, alternado com alguns picos de consumo existentes no final de cada dia.

Um outro fator a ter em conta, que não pode ser analisado com os diagramas disponíveis, é a distribuição da energia reativa pelas três fases, para isso foi criada a **Figura IV. 7** do **Apêndice IV.4.3.3** que mostram que a fase R contém para, curtos períodos, energia reativa capacitiva.

#### 4.5.1.3.2 Pólo III

A **Figura 4.11** representa a distribuição da potência reativa total ao longo de uma semana.

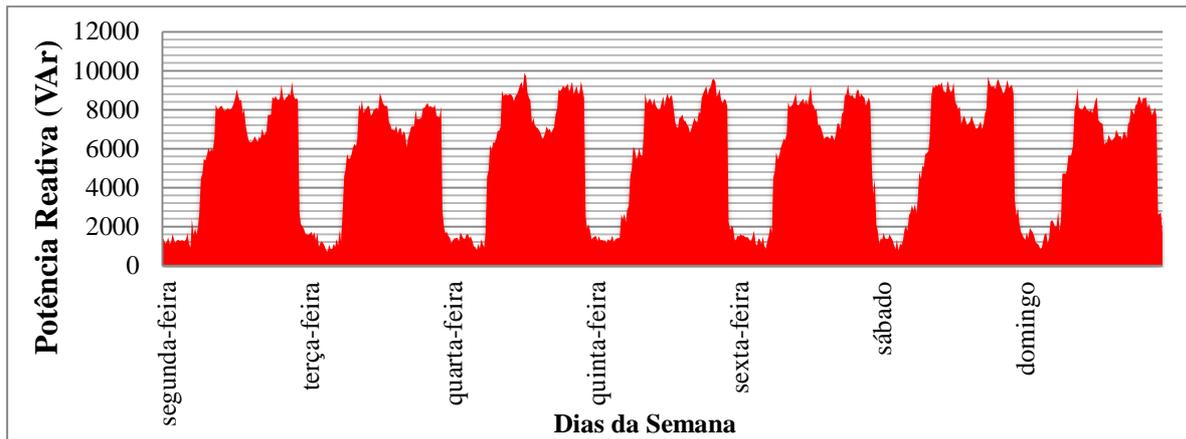


Figura 4. 11 – Distribuição da Potência Reativa

Através do diagrama, que representa a distribuição da potência Ativa e reativa pode-se concluir que em horas fora de vazio a potência reativa nunca ultrapassa 40% do valor da potência ativa em horas fora de vazio, condição necessária para a faturação de energia reativa. Desta forma constata-se que durante o período de monitorização não foi faturada energia reativa.

Pode-se ainda verificar que a potência reativa da residência do Pólo III é, no período monitorizado, indutiva, ou seja, essa energia é absorvida pela residência.

Outro dado que se pode retirar do diagrama é o fato de haver um consumo mínimo a rondar os 1000VAr em todos os dias da semana, que se verifica num período que vai desde as 23h e as 7h, alternado com alguns picos de consumo existentes durante o resto do dia.

Um outro fator a ter em conta, que não pode ser analisado com os diagramas disponíveis, é a distribuição da energia reativa pelas três fases, para isso foi criada a **Figura IV. 8 do Apêndice IV.3.3** que mostram que a fase S contém para, curtos períodos, energia reativa capacitiva, atingindo valores de 2000VAr.

## 4.5.2 Monitorizações Variadas

### 4.5.2.1 Monitorização Por Piso

#### 4.5.2.1.1 Combatentes

Como foi possível constatar, através da análise deambulatória, os pisos nesta residência são muito parecidos e por isso a representação de um só piso, neste caso, é suficiente e por isso apenas foi monitorizado o piso 0.

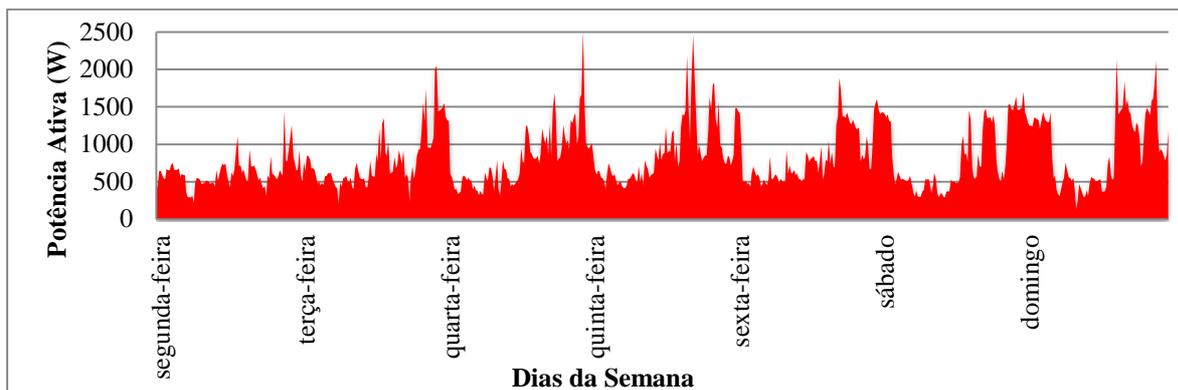


Figura 4. 12 – Diagrama de Carga do Piso 0 da Residência dos Combatentes

Analisando os dados referentes à **Figura 4.12**, pode-se afirmar que, a energia ativa consumida, durante o período de monitorização do Piso 0, sofreu uma variação que foi desde um limite mínimo de 133,21 W e um limite máximo de 2512,32 W, apresentando uma média e 815,86 W.

Consegue-se ainda verificar que os valores mais altos de potência ocorrem, diariamente, ao final do dia e que os consumos de segunda-feira e terça-feira apresentam picos inferiores aos restantes dias, que pode ser justificado pelo fato do feriado do dia de páscoa ter sido no dia 9-04-2012.

Pelo diagrama verifica-se ainda que, na semana monitorizada, os fins de semana não apresentam características muito díspares dos restantes dias.

#### 4.5.2.1.2 Pólo II

Como foi possível constatar, através da análise deambulatória, os últimos pisos da residência 2 do Pólo II são muito parecidos, havendo uma pequena diferença no piso 1 devido à instalação de fogões elétricos e no piso 0 devido à lavandaria. Uma vez que a lavandaria vai ser, de seguida, objeto de estudo e uma vez que as alterações nos fogões não representam uma diferença justificável para ma desagregação independente, apenas foi feita a desagregação do piso 4.

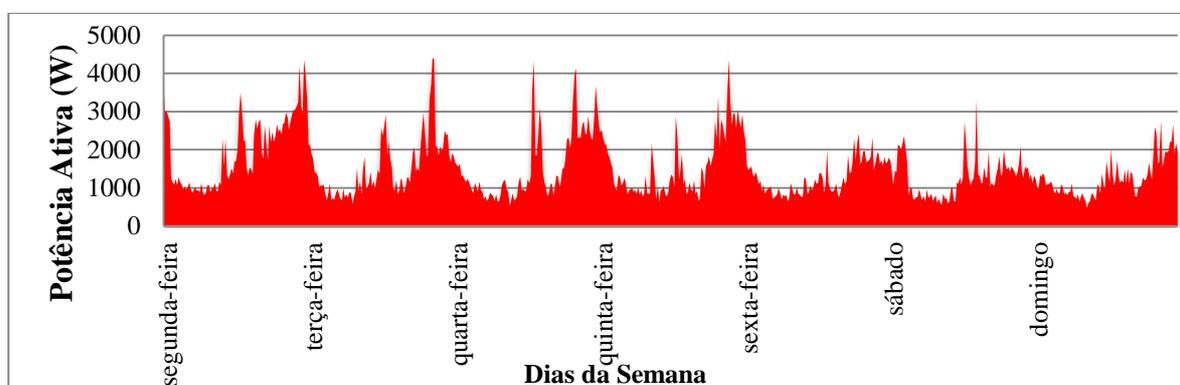


Figura 4. 13 – Diagrama de Carga do Piso 4 da Residência do Pólo II

Analisando os dados referentes à **Figura 4.13**, pode-se afirmar que a energia ativa consumida, durante o período de monitorização do Piso 4, sofreu uma variação que foi desde um limite mínimo de 466,90 W e um limite máximo de 4393,35 W, apresentando uma média e 1488,52 W.

Consegue-se ainda verificar que os valores mais altos de potência ocorrem, diariamente, ao final do dia e que os consumos de segunda-feira apresentam um pico crescente que vai do meio até ao fim do dia. Os restantes dias, exceto o sábado e domingo, apresentam um pico no final do dia.

Pelo diagrama verifica-se ainda que os fins de semana apresentam características diferentes da restante semana, havendo uma diminuição de consumos.

#### 4.5.2.1.3 Pólo III

Como foi possível constatar, através da análise deambulatória, os pisos na residência do Pólo III apresentam características muito semelhantes no geral, havendo apenas algumas diferenças no piso -1, devido ao apartamento do segurança, à casa das caldeiras, e à lavandaria. Mediante as características dos vários pisos foi escolhido, para monitorizar, o piso 1 porque este apresenta um maior número de quartos e desta forma permite saber, com maior eficácia, quais os consumos realizados no âmbito de um edifício residencial.

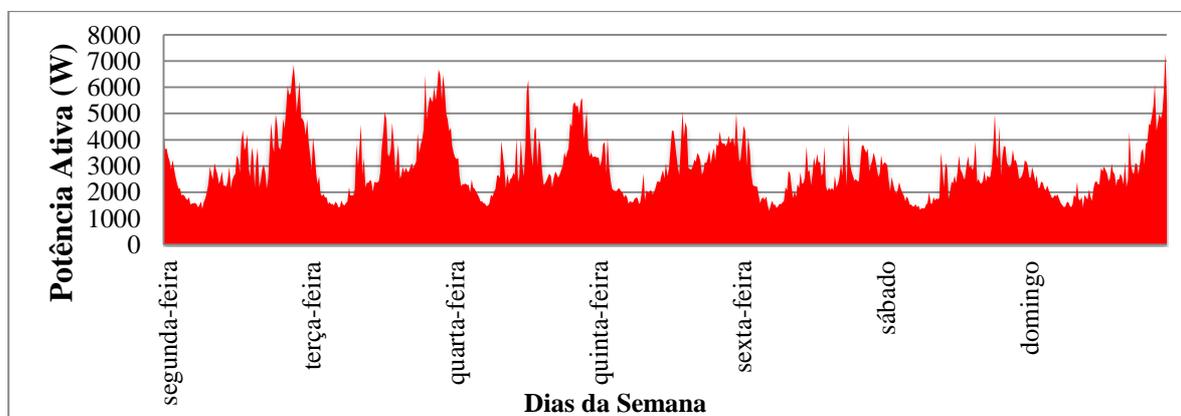


Figura 4. 14 – Diagrama de Carga do Piso 1 da Residência do Pólo III

Analisando os dados referentes à **Figura 4.14**, pode-se afirmar que a energia ativa consumida, durante o período de monitorização do Piso 1, sofreu uma variação que foi desde um limite mínimo de 1287,51 W e um limite máximo de 7316,97 W, apresentando uma média e 2930,14 W.

Consegue-se ainda verificar que os valores mais altos de potência ocorrem, diariamente, ao final do dia e que existe outros picos, que normalmente são de menor consumo, que se verificam ao meio dia.

Pelo diagrama verifica-se ainda que os fins de semana apresentam características diferentes da restante semana, havendo uma diminuição de consumos. Neste período destaca-se ainda o domingo que apresenta um aumento significativo de consumos, no final do dia, que pode justificar-se pelo regresso de alguns alunos à residência.

#### 4.5.2.2 Lavandaria

##### 4.5.2.2.1 Pólo II

A auditoria deambulatória realizada ao edifício permitiu diferenciar a lavandaria relativamente a todas as outras divisões. Com base na potência instalada, pode-se prever um consumo elevado na lavandaria no seu período de utilização e por isso a importância da monitorização.

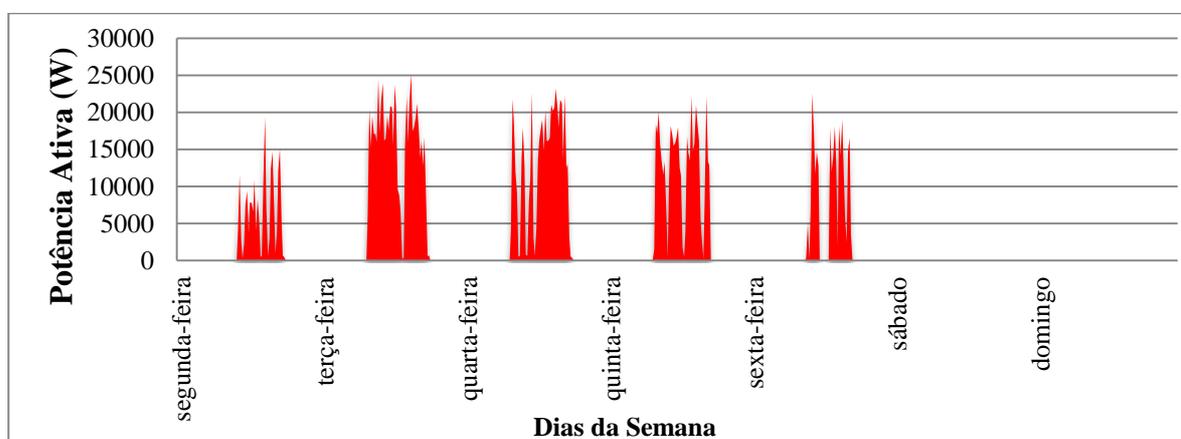


Figura 4.15 – Diagrama de Carga da Lavandaria da Residência do Pólo II

Analisando os dados referentes à **Figura 4.15**, pode-se afirmar que a energia ativa consumida, durante o período de monitorização da lavandaria, sofreu uma variação que foi desde um limite mínimo, onde não existe qualquer consumo, e um limite máximo de 25244,29 W.

Como seria de esperar, a lavandaria tem um período de funcionamento muito específico que corresponde aos dias úteis num horário compreendido entre as 8h e as 17h. Esse período corresponde ao horário laboral dos funcionários da residência.

Pelo diagrama de carga da **Figura 4.15** verifica-se que a distribuição de carga não é igual para toda a semana. Consta-se desta forma que durante o fim de semana não existe qualquer consumo e que o mesmo é significativamente inferior para a segunda e sexta-feira. Se por um lado a inexistência de consumos pode ser facilmente justificada pelo fato de não corresponder ao horário laboral, por outro lado a diminuição de consumos da segunda e sexta-feira justifica-se pela gestão da lavandaria por parte das funcionárias que fazem uma maior utilização nos restantes dias.

No **Apêndice IV** pode verificar-se a diferença de consumos verificada no caso de não se considerar a lavandaria nos consumos totais da residência, estes dados são relevantes pois a lavandaria efetua serviços para outras residências não sendo o seu uso exclusivo para servir os residentes do Pólo II.

#### 4.5.2.3 Bomba de Água

##### 4.5.2.3.1 Pólo III

Um dos aspetos que mais preocupa o responsável dos SASUC são as bombas instaladas na residência do Pólo III que são responsáveis por fazer a circulação da água pela residência.

Este sistema está instalado no piso -2 e representa um dos pontos críticos da instalação e por isso a monitorização individualizada procura saber quais os reais problemas com este sistema.

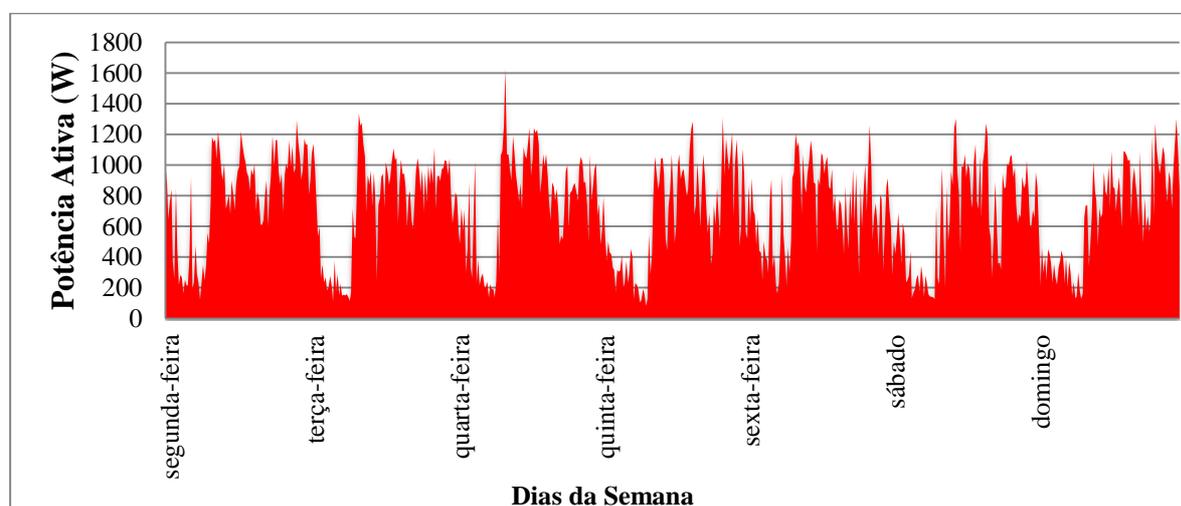


Figura 4. 16 – Diagrama de Carga da Bomba de Água da Residência do Pólo III

Analisando os dados referentes à **Figura 4.16**, pode-se afirmar que a energia ativa consumida, durante o período de monitorização do Piso 1, sofreu uma variação que foi desde um limite mínimo de 81,40 W e um limite máximo de 1632,38 W, apresentando uma média e 1632,38 W.

Como se pode constatar pelo diagrama de carga a potência associado a estas bombas de água não apresenta um valor muito elevado, onde o pico máximo atinge uma potência que não atinge os 2000 W, no entanto a sua utilização é quase constante.

Consegue-se verificar que os consumos mínimos acontecem durante a madrugada e que apenas se verificam num curto período de tempo, em contrapartida os valores tendem a manter-se constantes no resto do dia num valor muito próximo dos 1000 W.

Pelo digrama consegue-se ainda constatar que os consumos são semelhantes para toda a semana o que demonstra que não depende exclusivamente da utilização.

## 5 Inquéritos realizados aos estudantes da residência

### 5.1 Objetivos

Os inquéritos realizados foram criados com o objetivo principal de recolher informações que vão desde a utilização da iluminação até aos hábitos de utilização, procurando encontrar possíveis consumos que não eram possíveis na análise deambulatória.

As vinte e três questões que compõem este inquérito pretendem por um lado obter dados sobre a utilização de determinados equipamentos e por outro sensibilizar os estudantes para as suas responsabilidades no uso da energia da residência.

#### 5.1.1 Resultados Obtidos

Os inquéritos foram realizados nas residências dos Combatentes e do Pólo III e as suas análises vão ser realizadas em separado. De entre as várias perguntas são apresentadas as que representam algum interesse para a auditoria, no entanto as restantes questões e resultados podem ser consultados no **Apêndice V**.

##### 5.1.1.1 Combatentes

Na iluminação, as questões realizadas tentaram descobrir algumas práticas, como utilização de luz artificial, preocupação em desligar as luzes quando sai de um determinado espaço e período de utilização do sistema de iluminação no quarto.

Se nas primeiras questões existe uma percentagem quase fixa de entre as duas opções disponíveis, onde a maioria dos participantes mostram cuidados nesses capítulos, no que diz respeito ao tempo de utilização da energia os resultados apresentam algumas variações que podem ser vistas na figura seguinte.

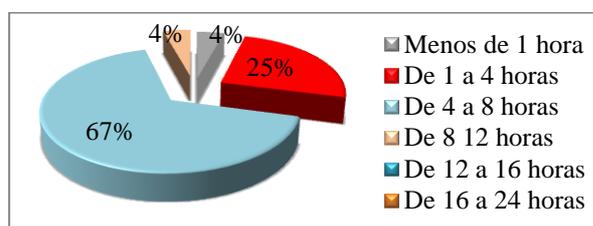


Figura 5. 1 - Resultados da 3ª pergunta (Combatentes)

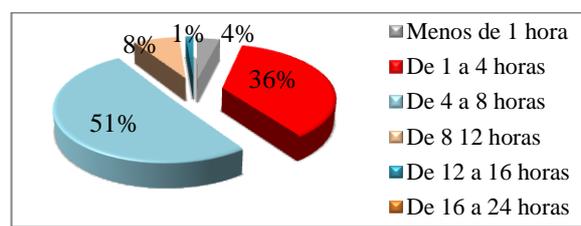


Figura 5. 2 - Resultados da 3ª pergunta (Pólo III)

Como se pode ver pelas **Figuras 5.1 e 5.2** a grande maioria dos inquiridos faz uma utilização de iluminação num período compreendido entre as 4 e as 8 horas, correspondendo a uma percentagem de 67% (Combatentes) e 51%, ( Pólo III). No período compreendido entre a 1 e as 4 horas a percentagem é de 25% (Combatentes) e 36%( Pólo III), com menos de uma hora a percentagem é de 4% para os dois casos e no intervalo que vai das 8 às 12 horas as percentagens

são de 4% e 8% para os Combatentes e Pólo III, respetivamente. Por fim as duas últimas opções que não são aplicadas nos Combatentes mas que para o Pólo apresenta no intervalo das 12h às 16h 1% de percentagem.

A utilização do micro-ondas também apresenta um gasto de energia elevado e por isso a apresentação dos resultados referentes a essa questão podem ser vistos na figura seguinte.

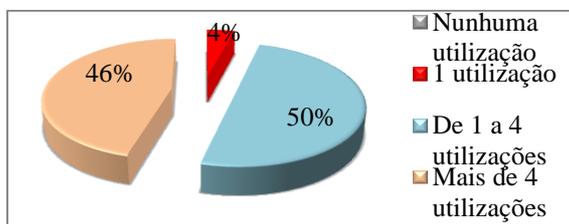


Figura 5.3 - Resultados da 10ª pergunta (Combatentes)

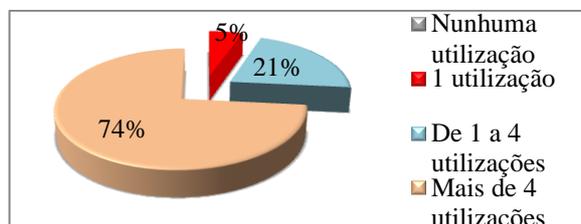


Figura 5.4 - Resultados da 10ª pergunta (Pólo III)

Como se pode ver pelas **Figuras 5.3 e 5.4** o micro-ondas é utilizado pelos alunos várias vezes onde 50% (Combatentes) e 21% (Pólo II) dos inquiridos admitem utilizar de 1 a 4 vezes por semana e onde 46% (Combatentes) e 74% (Pólo II) fazem uma utilização ainda mais frequente com mais de 4 utilizações por semana.

Por outro lado o computador nos últimos anos tornou-se uma ferramenta indispensável para os estudantes universitários e nesse sentido os inquiridos tentam apurar qual a utilização dos mesmos na residência bem como o tipo de computador por aluno. Constatou-se pelos resultados que a grande maioria possui computador portátil, 87% (Combatentes) e 99% (Pólo II), existindo no entanto alunos que não possuem qualquer computador e outros que utilizam um computador fixo. Com esses dados pretendeu-se saber em que períodos eram utilizados e nesse sentido as figuras seguintes pretendem mostrar quais os períodos de utilização do computador.

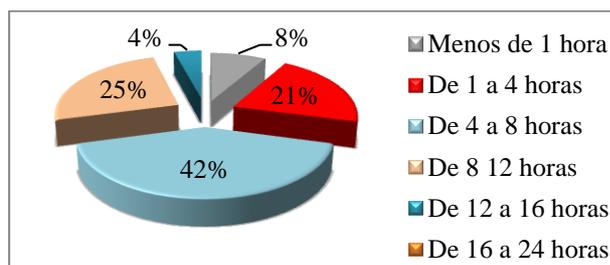


Figura 5.5 - Resultados da 15ª pergunta (Combatentes)

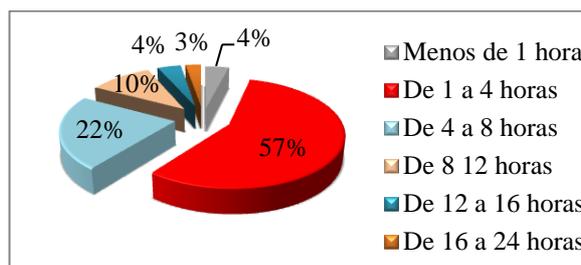


Figura 5.6 - Resultados da 15ª pergunta (Pólo III)

Como se pode ver pelas figuras, 42% (Combatentes) e 22% (Pólo III) dos alunos utilizam o computador num período de 4 a 8 horas. Nos períodos de 8 a 12 horas e de 1 a 4 horas, a percentagem é de, respetivamente 25 e 21% (Combatentes) e 12% e 57% (Pólo III). Verifica-se ainda alunos que utilizam o computador num período inferior a 1 hora, 8% (Combatentes) e 4% (Pólo III) e os que fazem uma utilização das 12 às 16 horas, 4% para as duas residências. Com 3% surge uma pequena percentagem no Pólo III, para os que utilizam mais que 16 horas.

## **6 Oportunidades de Racionalização de Consumos**

A realização de uma auditoria tem como principal objetivo fazer uma avaliação técnico-económica, obtida através do tratamento dos dados recolhidos, procurando desta forma encontrar medidas de otimização de consumos. Esta avaliação vai permitir identificar e implementar as oportunidades de racionalização de consumos da instalação, procurando diminuir os consumos mantendo o mesmo nível de conforto.

Pode-se agrupar as ORC em dois grupos distintos que diferem um do outro na necessidade de investimento. Assim as ORC que não necessitam de um investimento são aquelas que se baseiam nas medidas comportamentais, na correção e manutenção de equipamentos e nas alterações contratuais permitindo um payback imediato. Em sentido contrário surgem as ORC que necessitam de investimento, que varia mediante as medidas propostas, e que de uma forma geral procuram fazer a instalação de novos equipamentos, com o objetivo de minimizar os consumos e a faturação.

As medidas inseridas neste capítulo apenas vão compreender as ORC com necessidades de investimento que implica o cálculo da redução anual do consumo, dos custos de implementação e do payback para cada situação proposta.

### **6.1 Alteração do Sistema de Iluminação**

Nos sistemas de iluminação as ORC apresentam as alterações que permitem a substituição do sistema existente por outro com uma maior eficiência e também a integração dos mesmos com a iluminação natural, procurando um uso adequado a cada período do dia.

Todas estas medidas permitem, consoante a utilização e a característica da instalação, proporcionar vantagens económicas significativas.

#### **6.1.1 Iluminação dos Quartos**

##### **6.1.1.1 Combatentes**

Na realização da auditoria deambularia verifica-se que os quartos apresentam uma percentagem reduzida, de 3,17% em relação à potência instalada na residência, no entanto essa percentagem corresponde exclusivamente ao sistema de iluminação. Como são as divisões com maior taxa de ocupação qualquer alteração efetuada, no sentido de melhorar o sistema de iluminação, vai permitir uma grande poupança de energia.

Nesta residência o sistema de iluminação utilizado nos quartos já é composto por lâmpadas economizadoras, nomeadamente, lâmpadas fluorescentes compactas integrais, com potências de

14W e 11W.

Dados os avanços tecnológicos e a maior oferta nos sistemas de instalação a LED foram realizadas duas propostas que permitem a substituição das lâmpadas CFL por Lâmpadas de duas marcas distintas e consequentemente preços igualmente distintos.

A primeira proposta efetuada compreende a substituição de quarenta e uma lâmpadas CFL de 14 W por lâmpadas LEDBulb 9,5W da Philips, disponíveis por 16,68€ a unidade, juntamente com a substituição de oitenta e duas lâmpadas CFL de 11 W por lâmpadas MASTER LED Esférica Mate 4W da Philips, disponíveis por 14,79 € a unidade. A segunda proposta efetuada compreende, igualmente, a substituição das quarenta e uma lâmpadas CFL de 14 W por lâmpadas de marca branca de uma loja de bricolage com 8,1 W, disponíveis por 11,99€ a unidade, juntamente com a substituição das oitenta e duas lâmpadas CFL de 11 W por lâmpadas de marca branca de uma loja de bricolage com 4,3 W, disponíveis por 7,99€ a unidade.

Foi ainda estimado o preço de energia ativa consoante o tipo de instalação e os períodos de utilização estando disponível para consulta no **Apêndice VI**.

Para melhor compreender os resultados foi criada uma tabela com as propostas apresentadas.

**Tabela 6.1 - Resumo das propostas para a substituição das lâmpadas**

Proposta	Equipamento instalado	Situação Anterior				Situação Posterior				Investimento e Payback			
		Potência Total (W)	Horas / dia	Horas / ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas / dia	Horas / ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
Proposta 1	CFL 1x14W	574	8	2920	1676,08	389,5	8	2920	1137,34	538,74	114,6	683,9	5,97
	CFL 2x11W	902	3	1095	987,69	328	3	1095	359,16	628,53	129,2	1213	9,39
Proposta 2	CFL 1x14W	574	8	2920	1676,08	332,1	8	2920	969,73	706,35	150,3	491,6	3,27
	CFL 2x11W	902	3	1095	987,69	352,6	3	1095	386,10	601,59	123,7	655,2	5,30

Analisando os dados obtidos na **Tabela 6.1** constata-se que este investimento possui, um payback de, aproximadamente, seis anos para um investimento de 683,9€, para o sistema com CFL de 14 W, e um payback de, aproximadamente, nove anos e cinco meses para um investimento de 1213€, para o sistema com CFL de 11 W. Por outro lado a segunda proposta apresenta um investimento com um payback de, aproximadamente, três anos e quatro meses para um investimento de 491,59€, para o sistema com CFL de 14 W, e um payback de, aproximadamente, cinco anos e quatro meses para um investimento de 655,2€, para o sistema com CFL de 11 W.

Com estes dados podemos concluir que a substituição das lâmpadas CFL de 11 W não trazem, a curto prazo, uma vantagem significativa contudo considera-se vantajosa a substituição das mesmas quando ocorrer uma avaria nas existentes, pois nesse caso o payback reduz

drasticamente devido à existência de uma diferença de preços entre a compra de uma lâmpada com as mesmas características e a proposta.

Já no caso das CFL de 14 W o payback apresenta um valor muito menor e por isso a substituição pode ser justificada por esse valor e também pela durabilidade da lâmpada aconselhada em comparação à existente. Essa duração implica uma substituição menos frequente o que apresenta vantagens, a longo prazo, não contempladas nos estudos realizados.

Conclui-se ainda, pela tabela, que com a aplicação da primeira proposta pode-se reduzir o consumo anual de energia ativa em 538,74 kWh, para as CFL-14 W, e 628,53 kWh, para as CFL-11 W, o que permitia reduzir as emissões anuais de CO<sub>2</sub> em, respetivamente, 127,75 e 149,04 quilogramas. Na segunda proposta conclui-se uma redução do consumo anual de energia ativa em 706,35 kWh, para as CFL-14 W, e 601,59 kWh, para as CFL-11 W, o que permitia reduzir as emissões anuais de CO<sub>2</sub> em, respetivamente, 167,50 e 142,66 quilogramas.

### 6.1.1.2 Pólo II

As duas primeiras propostas efetuadas, para esta residência, seguem as mesmas características da residência dos Combatentes e por essa razão não são apresentadas essas propostas, referindo no entanto que é necessário, neste caso, a substituição das luminárias pois a tecnologia nesta residência é diferente, lâmpadas fluorescentes compacta modulares, o que implica a instalação de uma nova luminária, com um custo estimado a rondar os 10€, daí a razão do elevado custo em comparação com a anterior. A proposta 3 tem como objetivo alterar as lâmpadas existentes, da iluminação principal, por uma lâmpada PLC G24-8W LED, compatível com a luminária existente bastando umas pequenas alterações, com um custo a rondar os 35€.

A tabela apenas contempla os dados para a iluminação principal do quarto pois, dado o custo da instalação das luminárias e o preço das PLC, são as únicas que apresentam alguma vantagem na instalação. Todavia os restantes resultados podem ser consultados no **Apêndice VI**.

**Tabela 6.2 – Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação dos Quartos**

Proposta	Equipamento instalado	Situação Anterior				Situação Posterior				Investimento e Payback			
		Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
Proposta 1	CFL 1x18W	1512	8	2920	4415,04	798	8	2920	2330,16	2084,88	282,9	2241	7,92
Proposta 2	CFL 1x18W	1512	8	2920	4415,04	680,4	8	2920	1986,77	2428,27	329,5	1847	5,61
Proposta 3	CFL 1x18W	1512	8	2920	4415,04	672	8	2920	1962,24	2452,80	332,8	2940	8,83

Pela **Tabela 6.2**, verifica-se que o payback apresentado para cada proposta é respetivamente de 7,92, 5,61 e 8,83 anos.

Estes valores, em comparação com os obtidos na residência dos Combatentes, são bastante

elevados, no entanto, podem ser uma alternativa, a longo prazo, à instalação existente.

Como era de esperar, as poupanças anuais de 2048,88 kWh, 2428,27 kWh e 2452,80 kWh apresentam valores consideráveis verificando-se uma redução nas emissões de CO<sub>2</sub> de 494,39 quilogramas para a primeira proposta, 575,82 quilogramas para a segunda e 581,63 quilogramas para a terceira.

Do resultado obtido pode-se concluir-se que o investimento é elevado tendo em conta as poupanças anuais no entanto este estudo não contempla a alteração necessária para fazer a aplicação das propostas realizadas pois é necessário retirar os BFM que é outra vantagem das tecnologias propostas que apesar de não ter sido contemplada nos resultados permite algumas poupanças de energia.

O tempo de retorno neste investimento continua a ser elevado e por isso a transição é aconselhada mas com uma implementação gradual.

### 6.1.1.3 Pólo III

O sistema de iluminação do Pólo III está dividido em dois tipos, um de iluminação total do quarto e outro localizado nas mesas de cabeceiras. Se no primeiro sistema não restam dúvidas em relação à tecnologia utilizada, no segundo não foi possível confirmar esse dado pois havia diferenças entre os quartos analisados. Verificou-se que havia casos em que a lâmpada era igual à referida na tabela seguinte, incandescente de 60 W, e outros em que não havia qualquer lâmpada, por seu lado o responsável pela residência afirmou que existe outro tipo de lâmpadas, nomeadamente, lâmpadas fluorescentes compactas. De referir que na primeira lâmpada a substituição é feita para uma lâmpada LED 8W 2G11 GT-LP0014 com o preço de 26€ e que para a segunda a substituição é feita para a lâmpada MASTER LED Esférica Mate 4W da Philips com um custo de 14,79€ a unidade.

Com base nesta informação os dados obtidos na tabela seguinte podem apresentar algum erro no que a estas lâmpadas diz respeito.

**Tabela 6.3 – Estudo da Proposta para o Sistema de Iluminação dos Quartos**

Equipamento instalado	Situação Anterior				Situação Posterior				Investimento e Payback			
	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido (€)	Payback(anos)
CFL 2x24W	6288	8	2920	18360,96	2096	8	2920	6120,32	12240,64	1660,86	9442,48	5,69
CFL 2x60W	15720	3	1095	17213,4	1048	3	1095	1147,56	16065,84	2583,4192	3874,98	1,4999

Analisando os dados obtidos na **Tabela 6.3** constata-se que este investimento possui, um payback de, aproximadamente, cinco anos e oito meses com um valor investido de 9442,48€, para o sistema com CFL de 2x24 W, e um payback de, aproximadamente, de ano meio com um

valor investido de 3874,98€, para o sistema com incandescente de 2x60 W.

Com estes dados podemos concluir que a substituição das lâmpadas CFL é uma aposta que num espaço de tempo aceitável consegue ser rentabilizada dada a durabilidade das mesmas em relação à tecnologia existente. Já no caso das incandescentes o payback apresenta um valor menor que pode indicar, a ser confirmado, que esta proposta pode ser vantajosa, com base nas poupanças alcançadas.

Conclui-se ainda, pela tabela, que com a aplicação destas medidas pode-se reduzir o consumo anual de energia ativa em 12240,64 kWh, para as CFL-24 W, e 16065,84 kWh, para as incandescentes de 60 W, o que permitiria reduzir as emissões anuais de CO<sub>2</sub> em, respetivamente, 2,9 e 3,8 toneladas.

## 6.1.2 Iluminação dos Corredores

### 6.1.2.1 Combatentes

A residência dos Combatentes apresenta, nos seus corredores, um sistema de iluminação com temporizador e lâmpadas de baixo consumo o que permite uma poupança considerável face a uma utilização constante, como se verifica nas restantes residências.

Dado esse fator, as propostas apresentadas não apresentam uma melhoria ao nível das restantes residências no entanto as duas propostas realizadas visam melhorar a tecnologia existente, que como foi referido, já apresenta alguns cuidados com os consumos elétricos.

As propostas apresentadas são as mesmas utilizadas para os quartos da residência podendo ser consultados os resultados na tabela seguinte.

**Tabela 6.4 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação dos Corredores**

Proposta	Equipamento instalado	Situação Anterior				Situação Posterior				Investimento e Payback			
		Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
Proposta 1	CFL 1x14W	350	4	1460	511	237,5	4	1460	346,75	164,25	31,46	417	13,25
Proposta 2	CFL 1x14W	350	4	1460	511	202,5	4	1460	295,65	215,35	41,25	299,8	7,27
Proposta 3	CFL 1x14W	350	4	1460	511	350	3	1095	383,25	127,75	24,47	150	6,13

Pela **Tabela 6.4** pode-se verificar que o payback apresentado para cada uma das propostas é de 13,5 anos para a primeira proposta, 7,27 anos para a segunda e 6,13 anos para a terceira.

Os valores apresentados são relativamente altos, que se pode justificar pela pouca utilização e elevado investimento, por isso, a sua implementação não é vantajosa para uma substituição imediata. Contudo, como acontecia nas propostas já estudadas, a substituição das lâmpadas deve ser realizado em cada avaria verificada nas lâmpadas existentes pois nesses casos a diferença de preços compensa o investimento numa nova tecnologia.

### 6.1.2.2 Pólo II

O sistema de iluminação, dos corredores do Pólo II, apresenta lâmpadas fluorescentes compactas modulares de 26 W e a sua substituição vai apresentar as mesmas características das lâmpadas dos quartos de 18 W e por isso as três primeiras propostas baseiam-se nas anteriores.

A quarta proposta surge porque, das três residências estudadas, os sistemas de iluminação dos corredores do Pólo III é o que apresenta as piores características que transformam a sua utilização desacuada às reais necessidades. Este sistema apresenta uma utilização que vai das 17:30 às 8:30, que corresponde, respetivamente, à saída e entrada dos responsáveis pela residência, tornando-se necessário encontrar alternativas que melhorem este longo período de funcionamento. Nesse sentido a quarta medida propõe a instalação de sensores de presença para que a iluminação esteja apenas ligada quando está a ser utilizada. Por fim é apresentada uma proposta que implica a instalação, em simultâneo, das propostas três e quatro. Esta combinação poderia ser feita entre a proposta de colocação de sensores e qualquer uma das outras propostas de iluminação mas dada a maior facilidade de instalação foi escolhida a terceira opção.

A tabela seguinte apresenta os resultados de cada uma das propostas efetuadas.

**Tabela 6.5 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação dos Corredores**

Proposta	Equipamento instalado	Situação Anterior				Situação Posterior				Investimento e Payback			
		Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
Proposta 1	CFL 2x26W	2860	110	3285	9395,1	1045	9	3285	3432,825	5962,28	803,8	2935	3,65
Proposta 2	CFL 2x26W	2860	110	3285	9395,1	891	9	3285	2926,94	6468,17	872	2419	2,77
Proposta 3	CFL 2x26W	2860	110	3285	9395,1	880	9	3285	2890,80	6504,30	876,8	3850	4,39
Proposta 4	CFL 1x26W	2860	9	3285	9395,1	2860	5	1825	5219,5	4175,6	562,9	450	0,80
Proposta 5	CFL 1x26W	2860	9	3285	9395,1	880	5	1825	1606,00	7789,10	1050	4300	4,10

Como se pode constatar, pelos dados obtidos na **Tabela 6.5**, existe em todas as propostas apresentadas um excessivo consumo que é fruto de um má gestão quer dos recursos naturais, pouco aproveitados na construção da residência, quer pela inexistência de um sistema capaz de controlar os períodos de funcionamento.

Com um payback inferior a um ano, como pode ser visto na proposta 4, a aplicação dos sensores de movimento no corredor surgem como a principal alteração a ser aplicada que permite uma gestão mais eficiente do sistema de iluminação. Esta proposta apresenta com um valor investido de 450€, o investimento mais baixo, pois apenas são contabilizados os custos com a compra dos equipamentos, uma vez que para a instalação os SASUC têm funcionários responsáveis por estes serviços.

Conclui-se ainda, pela tabela, que com a aplicação desta medida o consumo anual de energia ativa reduz em 4175,6 kWh, o que permitiria reduzir as emissões anuais de CO<sub>2</sub> em 990,161 quilogramas.

Das restantes propostas podem-se destacar a segunda e terceira proposta onde o payback é bastante atrativo e por isso a sua instalação apresenta vantagens a curto prazo. Para além das vantagens económicas no que diz respeito ao meio ambiente, as três primeiras propostas apresentam uma enorme diminuição nas emissões de CO<sub>2</sub> apresentando uma redução de 1,41 toneladas para a primeira proposta, 1,53 toneladas para a segunda e 1,54 para a terceira. Como foi referido na iluminação dos quartos, a instalação das lâmpadas da terceira proposta é mais favorável, pois não é necessário uma alteração da luminária existente, e por isso pode ser considerada a melhor escolha.

Na quinta e última proposta, como era de esperar, verifica-se um aumento do payback em relação às três melhores propostas apresentadas que é devido ao elevado custo associado a cada lâmpada, no entanto as poupanças ao nível da faturação são claramente favoráveis, com uma poupança de 1050€ por ano, o que permitiria diminuir os consumos de energia em 7789,1 kWh reduzindo desta forma as emissões de CO<sub>2</sub> em, aproximadamente, 1,8 toneladas.

### **6.1.2.3 Pólo III**

A iluminação dos corredores do Pólo III apresenta um sistema constituído por balastros eletrónicos e lâmpadas fluorescentes do tipo T8 de 36 e 54 W.

Podemos considerar que a principal desvantagem deste sistema é o número elevado de lâmpadas instaladas por metro quadrado, no entanto esse excesso foi melhorado com a retirada de metade das lâmpadas por parte do funcionário o que, por si só, ajudou a minimizar os consumos. Outra característica que pode ser vista na tabela seguinte prende-se com a iluminação em frente ao elevador e numa outra percentagem de lâmpadas do corredor que permanecem ligadas durante todo o dia.

Contudo, ao contrário da residência anterior, verifica-se uma programação que, não sendo a mais aconselhada, permite que a iluminação apenas esteja em funcionamento durante o período compreendido entre as 20 h e a 1h.

Na procura de vantagens em relação ao sistema de iluminação foram realizados quatro estudos, o primeiro compreende a substituição das lâmpadas fluorescente do tipo T8 de 36 W, por uma lâmpada MASTER TL5 HE ECO 19W/840, com um custo de 5,5€ para cada lâmpada e 10€ para os adaptadores, e das fluorescentes do tipo T8 de 54 W, por uma lâmpada MASTER

TL5 HE ECO 25W/840 com os mesmos custos. O segundo estudo pretende fazer a substituição das lâmpadas de 36 W por uma lâmpada MASTER LEDtube 19W com um custo de 50€ cada e das lâmpadas de 54 W por uma lâmpada MASTER LEDtube 25W por um custo de 70€. No terceiro estudo é feito um estudo que prevê a instalação de sensores de movimento para se conseguir controlar de forma mais eficaz os consumos.

Por fim é feita uma proposta com a integração das propostas dois e três. A exclusão da primeira opção deve-se ao desgaste das lâmpadas, com um constante ligar e desligar imposto pelos sensores, à durabilidade e às poupanças com a retirada do balastro, em comparação à segunda opção.

De seguida segue a tabela com a informação recolhida para cada uma das situações.

**Tabela 6. 6 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação dos Corredores**

Proposta	Equipamento instalado	Situação Anterior				Situação Posterior				Investimento e Payback			
		Potência Total (W)	Horas / dia	Horas / ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas / dia	Horas / ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
Proposta 1	Tubular 36 W	2304	5	1825	4204,8	1600	5	1825	2920	1284,8	170,2	928	5,45
	Tubular 58 W	464	24	8760	4064,64	256	24	8760	2242,56	1822,08	222,5	116	0,521413
	Tubular 36 W	288	24	8760	2522,88	200	24	8760	1752	770,88	94,12	116	1,232431
Proposta 2	Tubular 36 W	2304	5	1825	4204,8	1216	5	1825	2219,20	1985,60	263,1	3200	12,16
	Tubular 58 W	464	24	8760	4064,64	200	24	8760	1752,00	2312,64	282,4	560	1,983223
	Tubular 36 W	288	24	8760	2522,88	152	24	8760	1331,52	1191,36	145,5	400	2,749846
Proposta 3	Tubular 36 W	2304	5	1825	4204,8	2304	4	1460	3363,84	840,96	111,4	480	4,31
	Tubular 58 W	464	24	8760	4064,64	464	5	1825	846,80	3217,84	392,9	120	0,305428
	Tubular 36 W	288	24	8760	2522,88	288	4	1460	420,48	2102,4	256,7	60	0,233737
Proposta 4	Tubular 36 W	2304	5	1825	4204,8	1216	4	1460	1775,36	2429,44	321,9	3680	11,43
	Tubular 58 W	464	24	8760	4064,64	200	5	1825	365,00	3699,64	451,7	680	1,505362
	Tubular 36 W	288	24	8760	2522,88	152	4	1460	221,92	2300,96	280,9	460	1,637345

Se por um lado o custo associado à substituição das lâmpadas de 36 W, ligadas durante cinco horas, implica em todas as propostas um elevado payback, que apenas na primeira e terceira proposta pode gerar algum interesse na sua aplicação, por outro lado a utilização constante dos restantes circuitos de iluminação apresentam uma vantagem clara na alteração do sistema existente, onde em alguns casos de estudo revelou um payback de apenas alguns meses dado o elevado consumo que a sua utilização provoca.

Pela **Tabela 6.6** consegue-se verificar que as propostas que apresentam o melhor payback são as que têm um custo de investimento mais reduzido, que neste caso são primeira e segunda proposta. No entanto com essas alterações conseguem-se reduções totais de 3877,76 kWh para a primeira proposta e 6161,20 kWh para a terceira proposta o que corresponde a uma diminuição nas emissões de CO<sub>2</sub> de 920 e 1460 quilogramas, respetivamente.

A segunda proposta é a que menores vantagens apresenta na questão financeira, mas em contrapartida apresenta resultados muito positivos no que diz respeito à redução de consumos com uma diminuição de 5489,60 kWh, que corresponde a uma diminuição nas emissões de CO<sub>2</sub> em 1302 quilogramas.

A última proposta, permite a diminuição do payback associado à proposta dois mas ainda assim apresenta um valor muito elevado de investimento para o primeiro conjunto de iluminação, 3629€, o que limita a possibilidade de instalação. Contudo as poupanças são ainda mais significativas que nos casos anteriores onde se consegue diminuir os consumos de potência ativa em 8430,04 kWh o que corresponde a uma diminuição nas emissões de CO<sub>2</sub> de, aproximadamente, duas toneladas.

### 6.1.3 Iluminação da Cozinha

#### 6.1.3.1 Combatentes

A cozinha dos combatentes possui uma área muito pequena que fica junto com a sala e por isso as propostas para a iluminação, neste espaço, são feitas em simultâneo.

O sistema de iluminação da cozinha é constituído por uma lâmpada fluorescente compacta de 14 W, igual à dos quartos, na sala a iluminação é constituída por balastro ferromagnéticos e lâmpadas fluorescentes do tipo T8 com um consumo de 58 W. A primeira e segunda propostas são referentes à fluorescente compacta enquanto que, as seguintes são referentes à lâmpada fluorescente do tipo T8, em ambas as situações as propostas apresentam as mesmas características da iluminação dos quartos da residência dos Combatentes e dos corredores da residência do Polo III.

A tabela seguinte pretende mostrar as principais características propostas.

**Tabela 6.7 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação da Cozinha**

Proposta	Equipamento instalado	Situação Anterior				Situação Posterior				Investimento e Payback			
		Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
Proposta 1	CFL 1x14W	70	5	1825	127,75	45	5	1825	82,13	45,63	11,63	149,8	12,88
Proposta 2	CFL 1x14W	70	5	1825	127,75	40,5	5	1825	73,91	53,84	13,72	59,95	4,37
Proposta 3	Tubular 36 W	108	5	1825	197,1	75	5	1825	136,875	60,225	15,35	43,5	2,834116
Proposta 4	Tubular 36 W	108	5	1825	197,1	57	5	1825	104,025	93,075	23,72	147,6	6,222408

Pelos dados da **Tabela 6.7** constata-se que o payback é bastante elevado para as tecnologias LED, propostas um e quatro, e por isso a sua aplicação apresenta algumas limitações. Nas restantes propostas destaque para o payback de 2,83 anos da terceira proposta que com um valor investido de 43,5€ permite uma poupança anual de 60,225 kWh o que corresponde a uma poupança de 15,35€ por ano.

### 6.1.3.2 Pólo II

A cozinha do Pólo II possui um sistema de iluminação constituída por luzes embutidas com duas lâmpadas fluorescentes compactas modulares e por isso as propostas seguem a mesma ordem das estudadas na iluminação do corredor da residência do Pólo II.

As propostas podem ser vistas na tabela seguinte onde são apresentadas os principais dados.

**Tabela 6.8 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação das Cozinha**

Proposta	Equipamento instalado	Situação Anterior				Situação Posterior				Investimento e Payback			
		Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
Proposta 1	CFL 1x26W	1560	5	1825	2847	570	5	1825	1040,25	1806,75	367,5	1601	4,36
Proposta 2	CFL 1x26 W	1560	5	1825	2847	486	5	1825	886,95	1960,05	398,7	1319	3,31
Proposta 3	CFL 1x26 W	1560	5	1825	2847	480	5	1825	876	1971	400,9	2100	5,24

A **Tabela 6.8** permite verificar que o payback mínimo para esta divisão é superior a três anos e a razão do preço elevado é essencialmente justificada pelas razões indicadas anteriormente que se prendem com o custo elevado das lâmpadas e do problema das luminárias contudo com poupanças de 1806,75, 1960,05 e 1971 kWh as vantagens quer ao nível económico quer ao nível ecológico são verdadeiramente elevadas e apenas pecam pelos valores elevados de investimento. De referir que estas medidas apresentam uma poupança anual a rondar os 400€ e uma diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> em, aproximadamente, 450 quilogramas.

### 6.1.3.3 Pólo III

A maioria das cozinhas do Pólo III possui um sistema de iluminação constituído por balastros eletrónicos e lâmpadas fluorescentes do tipo T8 de 36 e 54 W e por isso as propostas seguem a mesma ordem das estudadas na iluminação do corredor da residência do Pólo III, existe no entanto uma que apresenta uma iluminação de CFL de 24 W que vai ser estudada em um dos casos estudados anteriormente, neste caso o que permite a substituição direta pela PLC G24-8W LED.

As propostas podem ser vistas na tabela seguinte onde são apresentadas os principais dados.

**Tabela 6.9 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação das Cozinha**

Proposta	Equipamento instalado	Situação Anterior				Situação Posterior				Investimento e Payback			
		Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
Proposta 1	CFL 2x24W	192	5	1825	350,4	64	5	1825	116,8	233,6	47,51	288,3	6,07
Proposta 2	Tubular 36 W	1728	5	1825	3153,6	1200	5	1825	2190	963,6	196	696	3,55
Proposta 3	Tubular 36 W	1728	5	1825	3153,6	912	5	1825	1664,4	1489,2	302,9	2362	7,80

A **Tabela 6.9** permite verificar que o payback mínimo para esta divisão é superior a três anos e a razão deste valor elevado é essencialmente justificada pela pouca utilização e elevado custo de investimento para cada uma das propostas.

O investimento é menor na cozinha que apresenta iluminação por CFL no entanto o custo das mesmas apresenta um entrave à sua instalação. O investimento de 2362€ para a terceira proposta acaba por limitar, de igual forma, a aplicação desta medida que apesar das poupanças de 1489,2 kWh e de 302,9€ por ano acaba por apresentar um payback de 7,8 anos. A segunda proposta é a que apresenta a melhor alternativa que com um payback de 3,55 permite poupanças anuais de 963,6 kWh e 196€ que permitem uma redução de emissões de CO<sub>2</sub> em 228,5 quilogramas.

## 6.1.4 Iluminação das Escadas

### 6.1.4.1 Combatentes

A iluminação das escadas da Residência dos Combatentes segue as mesmas características dos corredores apresentando um temporizador aliado a lâmpadas de baixo consumo tornando, desta forma, difícil a procura de alternativas capazes de melhorar a curto prazo o investimento.

A tabela seguinte pretende mostrar as principais características propostas.

**Tabela 6.10 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação das Escadas**

Proposta	Equipamento instalado	Situação Anterior				Situação Posterior				Investimento e Payback			
		Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
Proposta 1	CFL 11W	55	5	1825	100,38	20	5	1825	36,50	63,875	16,28	73,95	4,54
Proposta 2	CFL 11W	55	5	1825	100,38	21,5	5	1825	39,24	61,1375	15,58	39,95	2,56
Proposta 3	CFL 11W	55	5	1825	100,38	55	2,5	912,5	50,19	50,1875	12,79	75	5,86

Pelos dados da **Tabela 6.10** verificou-se que o payback é de 5,54 para a primeira proposta, 2,56 para a segunda e 5,86 para a terceira, apresentando poupanças anuais de energia elétrica em 63,88, 61,14 e 50,19 kWh o que permite diminuir as emissões de CO<sub>2</sub> em, respetivamente, 15,15, 14,50 e 11,90 Kg por ano.

### 6.1.4.2 Pólo II

O sistema de iluminação das escadas da Residência do Pólo II segue as mesmas propostas apresentadas anteriormente para as lâmpadas de CFL de 26 W.

A tabela seguinte pretende mostrar as principais características propostas.

**Tabela 6. 11 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação das Escadas**

Proposta	Equipamento instalado	Situação Anterior				Situação Posterior				Investimento e Payback			
		Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
Proposta 1	CFL 1x26W	260	3	1095	284,7	95	3	1095	104,03	180,68	21,79	266,8	12,24
Proposta 2	CFL 1x26W	260	3	1095	284,7	81	3	1095	88,70	196,01	32,41	219,9	6,78
Proposta 3	CFL 1x26W	260	3	1095	284,7	80	3	1095	87,60	197,10	32,59	350	10,74
Proposta 4	CFL 1x26W	260	3	1095	284,7	260	1,5	547,5	142,35	142,35	23,54	150	6,37

A **Tabela 6.11** permite verificar que o payback mínimo para esta divisão é superior a seis anos e a razão do preço elevado de investimento para cada uma das propostas aliada a uma pequena utilização justifica claramente estes resultados. Assim apesar de não se justificar uma intervenção imediata a substituição proposta das lâmpadas deve ser tida em conta quando for necessário substituir as existentes por avaria.

#### 6.1.4.3 Pólo III

O sistema de iluminação das escadas da Residência do Pólo III segue as mesmas propostas apresentadas anteriormente para as lâmpadas de CFL de 9 W.

A tabela seguinte pretende mostrar as principais características propostas.

**Tabela 6. 12 - Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação das Escadas**

Proposta	Equipamento instalado	Situação Anterior				Situação Posterior				Investimento e Payback			
		Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
Proposta 1	CFL 9W	216	3	1095	236,52	96	3	1095	105,12	131,4	16,04	355	22,12
Proposta 2	CFL 9W	216	3	1095	236,52	103,2	3	1095	113,004	123,516	15,08	191,8	12,72
Proposta 3	CFL 9W	216	3	1095	236,52	264	1,5	547,5	144,54	91,98	11,23	120	10,69

A **Tabela 6.12** permite verificar que o payback mínimo para esta divisão é superior a doze anos e a razão do preço elevado de investimento para cada uma das propostas aliada a uma pequena utilização justifica claramente estes resultados. Assim apesar de não se justificar uma intervenção imediata a substituição proposta das lâmpadas deve ser tida em conta quando for necessário substituir as existentes por avaria.

#### 6.1.5 Iluminação da Lavandaria

##### 6.1.5.1 Pólo II

A Lavandaria do Pólo II é um dos locais onde existe um maior consumo de energia que é proveniente de todos os equipamentos instalados que servem para lavar a roupa de cama da residência e de outras residências que não apresentam lavandaria. Essa utilização implica por seu

lado uma taxa de ocupação muito elevada na lavanderia por parte das responsáveis e consequentemente as luzes permanecem acesas durante, aproximadamente, nove horas. Se por um lado a substituição dos equipamentos é uma medida pouco favorável, por outro a melhoria do sistema de iluminação é uma medida relativamente fácil de implementar e devido aos elevados períodos de funcionamento permite apresentar um payback reduzido.

O sistema de iluminação da lavanderia sofreu alterações ao normal funcionamento, estando uma luminária completamente desligada e as três restantes com apenas uma lâmpada em funcionamento, por essa razão o estudo realizado apresenta uma alteração com base no funcionamento presente e não no seu normal funcionamento.

Em relação à substituição de lâmpadas a escolha recaiu pelas lâmpadas MASTER TL-D Power Saver Set 37W da Philips com um preço de 13€ e pelas lâmpadas MASTER LEDtube GA 25W da Philips com um preço de aproximadamente 70€.

A tabela seguinte apresenta os resultados das propostas de substituição das lâmpadas existentes pelas referidas lâmpadas.

**Tabela 6. 13- Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação da Lavandaria**

Proposta	Equipament o instalado	Situação Anterior				Situação Posterior				Investimento e Payback			
		Potência Total (W)	Horas / dia	Horas / ano	Consumo (kWh/ ano)	Potência Total (W)	Horas / dia	Horas / ano	Consumo (kWh/ano )	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€ )	Payback(anos )
Proposta 1	Tubular 2x58 W	174	9	3285	571,59	111	9	3285	364,64	206,955	32,40	42	1,30
Proposta 2	Tubular 2x58 W	162	9	3285	532,17	75	9	3285	246,375	285,795	44,7495	210	4,69

Na primeira proposta constata-se que as poupanças anuais de energia são de 256,23 kWh que com um investimento de 43,5€ permite alcançar um payback de aproximadamente um ano.

Para a segunda proposta o payback aumenta para os três anos, no entanto esta tecnologia apresenta vantagens relativamente à anterior que recai essencialmente na durabilidade da lâmpada no fato de que dispensa o balastro eletromagnético existente, apresentando desta forma uma poupança considerável que não é contemplada no estudo referente a Tabela XXX, e também porque apresenta uma poupança no consumo de energia de 285,80 kWh.

As alterações efetuadas permitem de igual forma reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> em 61 e 68 quilogramas para a primeira e segunda proposta, respetivamente.

## **6.2 Bombas de Água**

### **6.2.1 Pólo III**

Na residência do Pólo III a circulação da água é feita através de três bombas que enviam a água que a residência recebe da rede para todos os pontos da residência. Estas estão instaladas num espaço, que pode ser visto nas figuras do **Apêndice VI**, constituído por dois tanques um filtro e os respetivos quadros elétricos.

O funcionamento deste sistema apresenta algumas desvantagens pois para além de não utilizar a própria pressão imposta pela rede para fazer circular a água ainda tem a necessidade de realizar uma manutenção periódica aos tanques que apresentam custos elevados para os SASUC. Estes fatores aliados ao consumo constante que se verifica no diagrama de carga apresentado na auditoria analítica indicam que deveriam ser implementadas soluções que visam o melhor funcionamento deste sistema.

No presente estudo verifica-se, com base na monitorização realizada, um excesso de consumo que pode ser justificado pelo funcionamento das bombas a uma carga reduzida o que implica um baixo fator de potência e conseqüentemente o aumento dos consumos das bombas. Desta forma, uma das propostas visa a alteração do número de bombas em funcionamento para que estas estejam a trabalhar à plena carga e, conseqüentemente, com um rendimento mais elevado conseguindo diminuir as perdas verificadas na monitorização. Esta proposta não implica qualquer alteração ao sistema e por isso não vai apresentar qualquer custo de instalação apresentando por isso um retorno imediato.

## **6.3 Substituição das máquinas de lavar**

### **6.3.1 Combatentes**

Pela auditoria deambulatória constatou-se que havia na residência uma máquina de lavar a roupa por piso com uma classe energética bastante baixa e por isso realizou-se uma proposta que visa a substituição das referidas máquinas por modelos mais eficientes. Das várias alternativas encontradas, que apresentam a mesma qualidade e confiança, foi escolhida a máquina de lavar com classe energética A+ da marca Indesit e modelo IWC 71051 com um preço a rondar os 280€. Como é sabido o consumo da máquina depende do programa utilizado e nesse sentido foi feita uma estimativa de consumo que para a referida máquina de lavar apresenta um consumo por lavagem de 0,8 kWh e que para as existentes esse consumo era de 1,15 kWh. Considera-se ainda, para este estudo, que esta máquina é utilizada, pelos estudantes, uma vez num período de duas semanas.

**Tabela 6. 14 - Estudo da Substituição das Máquinas de Lavar a Roupa**

Equipamento instalado	Situação Inicial			Situação Proposta			Investimento e Payback			
	Potência Total consumida (kWh/lavagem)	kWh/semana	kWh/mês	Potência Total consumida (kWh/lavagem)	kWh/semana	kWh/mês	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido (€)	Payback (anos)
Máquina de lavar roupa	5,75	281,75	14651	4	196	10192	4459	1136,403	1400	1,23

Como se pode confirmar pela **Tabela 6.14** os consumos referentes à substituição das máquinas de lavar pode atingir os 4459 kWh por ano conseguindo um retorno de investimento em apenas um ano e três meses. Esta substituição permitiria ainda diminuir as emissões de CO<sub>2</sub> em aproximadamente uma tonelada.

Desta forma, as vantagens nesta proposta são evidentes a todos os níveis pois para além das poupanças nos consumos de energia a substituição das máquinas de lavar a roupa permitem uma melhoria na qualidade de serviços disponibilizada pela residência pois as máquinas existentes apresentam um estado de degradação considerável havendo inclusive uma avariada no piso 1.

## 7 Conclusões

As residências estudadas permitem concluir que existem grandes consumos de energia por parte destes edifícios que são influenciados pelas características de cada residência.

Neste trabalho conclui-se que o consumo de cada aluno por semana, considerando as monitorizações semanais realizadas, varia de residências para residência, verificando-se um consumo de 17,61 kWh na residência dos Combatentes, seguida do Pólo II com um consumo de 15,34 kWh e por fim o Pólo III com um consumo de 9,62 kWh.

Desta forma, conclui-se que a eficiência energética de cada edifício é melhorada para as construções mais recentes, todavia os dados obtidos pelas faturas indicam que a residência dos Combatentes apresenta um consumo semanal por aluno inferior à residência do Pólo II o que contraria os dados das monitorizações.

Com a realização dos inquéritos pode-se concluir, pelos dados obtidos, que a utilização de alguns equipamentos com consumos elevados não foi contabilizada na auditoria de ambulatória e essas diferenças permitiriam um aumento significativo das potências instaladas, nomeadamente nos quartos devido ao uso dos computadores. Conclui-se ainda que existem excessos de utilização por parte de alguns estudantes e que na vertente de sensibilização se verifica que, no âmbito geral, a maioria dos inquiridos apresenta práticas de utilização que demonstram uma preocupação com os consumos de energia na residência, onde admitem apresentar cuidados com a iluminação e com a utilização de alguns equipamentos.

Nas ORC, foram encontradas algumas propostas que podem ser promissoras quer em termos financeiros quer em relação às poupanças de consumo que efetivamente se verificaram. Foram ainda identificadas possíveis intervenções de sensibilização para que seja possível alterar os comportamentos dos funcionários e residentes, que teriam benefícios em relação aos consumos, como, por exemplo, deslocar todas as cargas possíveis para períodos onde o custo da energia é mais baixo, nomeadamente, no uso das lavandarias. Conclui-se ainda que os consumos em standby devem ser minimizados por apresentarem um consumo elevado, nomeadamente nos elevadores, como por exemplo, aplicação de sensores de movimento para retirar os consumos de iluminação.

Em relação às ORC que implicam investimento conclui-se que nos sistemas de iluminação existem algumas possibilidades capazes de melhorar o sistema existente, sem que para isso seja necessário um gasto muito elevado. No caso das bombas de água deve inicialmente testar-se a capacidade de funcionamento da proposta apresentada ou procurar uma outra forma de distribuir a água pela residência pois fica evidente que a solução existente apresenta consumos exagerados.

## **Bibliografia**

- [1]Almeida, Aníbal Traça Carvalho de; Gomes, Álvaro; Patrão, Carlos; Ferreira, Fernando; Marques, Lino; Fonseca, Paula; Behnke, Rayner, Manual Técnico de Gestão de Energia. Coimbra: DEEC – FCTUC.
- [2]Vaz, António (2009). Ação Social Escolar na Universidade de Coimbra
- [3]Almeida, Aníbal Traça Carvalho de., et al. “Energy Efficient Elevators and Escalators”. ISR-University of Coimbra, ELA, ENEA, FhG-ISI, KAPE. Ref: March 2010.
- [4]Gomes, Álvaro., Apontamentos da disciplina de Gestão de Energia Elétrica.  
Coimbra: DEEC - FCTUC.
- [5]S.A.S.U.C. (2009). Serviços de Ação Social da Universidade de Coimbra. [Online]  
[www.uc.pt/sasuc/](http://www.uc.pt/sasuc/)
- [6]Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos., ERSE. [Online]  
<http://www.erse.pt/pt/Paginas/home.aspx>.
- [7]Energias de Portugal., EDP. [Online] <http://www.edp.pt>.
- [8]Gama de lâmpadas Philips Eco., “Tabela de Preços de Lâmpadas e Equipamentos.”, 2012,  
[On-line] [http://www.lighting.philips.pt/connect/tools\\_literature/](http://www.lighting.philips.pt/connect/tools_literature/)
- [9]Catálogo Teka.[Online] <http://www.teka.pt>
- [10]Catálogo Indesit.[Online] <http://www.indesit.pt/>

## Anexos

### Apêndice III- Tarifário

#### III.1 Desagregação de Consumos De Energia Ativa por períodos Horários, com Base nas Faturas de Energia Elétrica

Os gráficos das figuras que se seguem foram obtidos, através da análise à faturação existente em cada uma das residências, e representam a desagregação de consumos de energia ativa por período horário.

##### III.1.1 Residência dos Combatentes

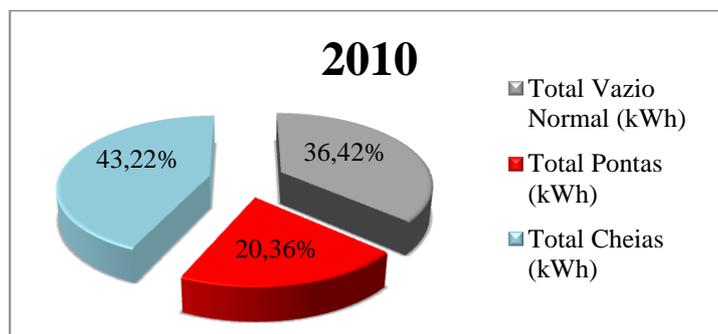


Figura III. 1 - Desagregação da Energia Ativa Anual por Períodos Horários, Ano 2010

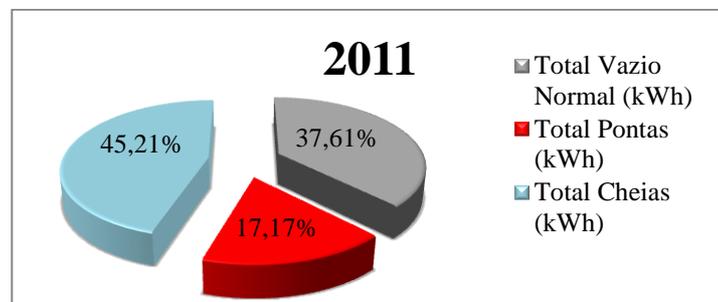


Figura III. 2 - Desagregação da Energia Ativa Anual por Períodos Horários, Ano 2011

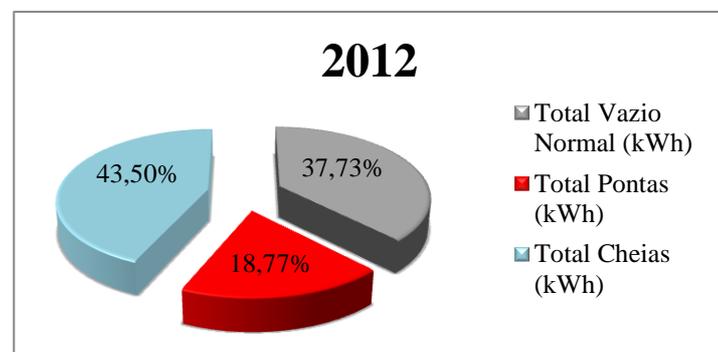


Figura III. 3 - Desagregação da Energia Ativa Anual por Períodos Horários, Ano 2012

### III.1.2 Residência 2 do Pólo II

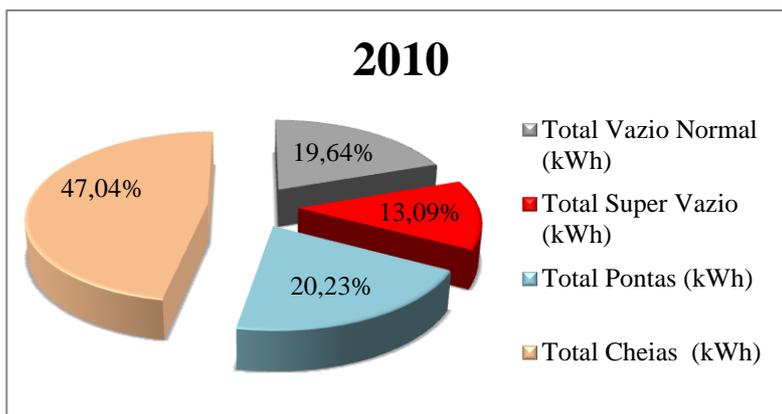


Figura III. 4 - Desagregação da Energia Ativa Anual por Períodos Horários, Ano 2010

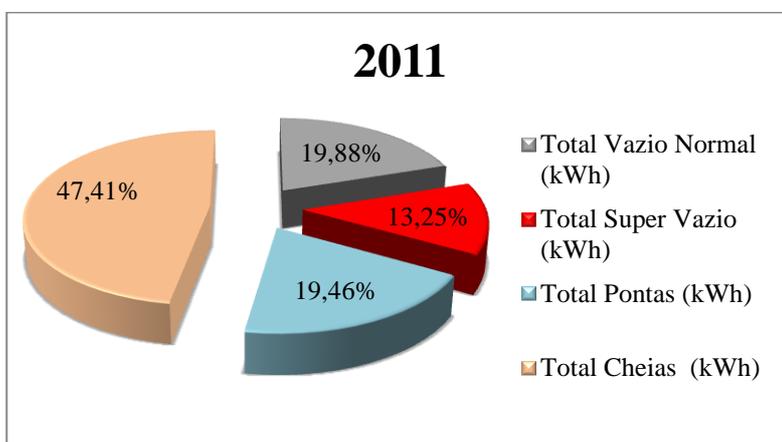


Figura III. 5 - Desagregação da Energia Ativa Anual por Períodos Horários, Ano 2011

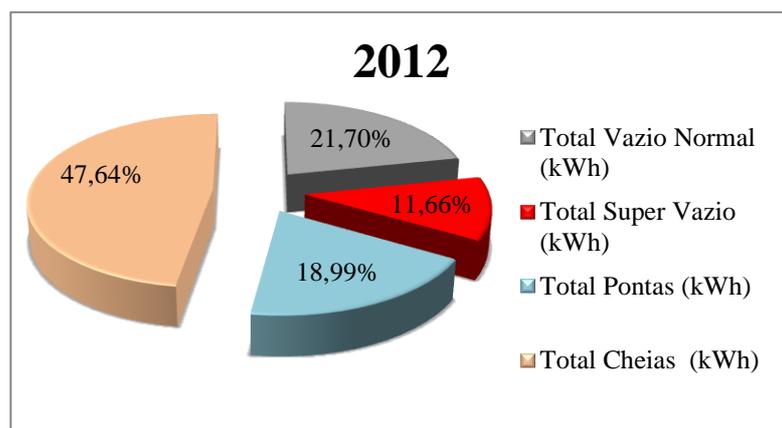


Figura III. 6 - Desagregação da Energia Ativa Anual por Períodos Horários, Ano 2012

### III.1.2 Reativa Residência 2 do Pólo II

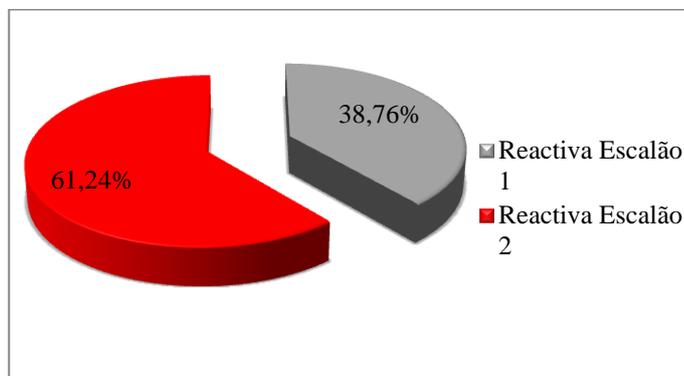


Figura III. 7- Desagregação de Consumos do ano 2011 por Escalões

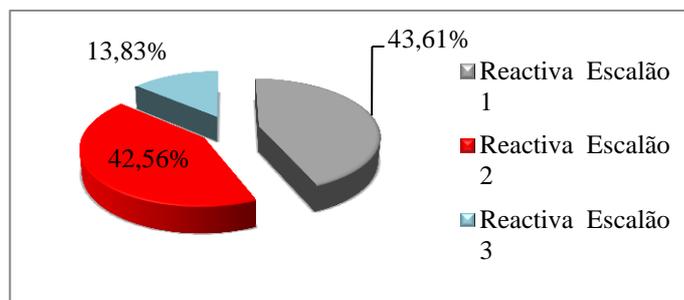


Figura III. 8 - Desagregação de Consumos do ano 2012 por Escalões

### III.1.3 Custo Reativa por Ano

Tabela V. 1 - Percentagem de Consumos por Escalão

2011	Reactiva Escalão 1	Reactiva Escalão 2	
	38,76%	61,24%	
2012	Reactiva Escalão 1	Reactiva Escalão 2	Reactiva Escalão 3
	43,61%	42,56%	13,83%

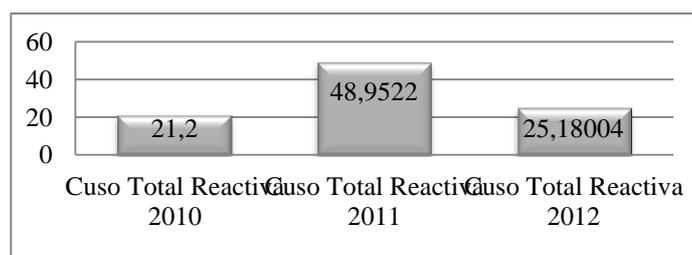


Figura III. 9 - Custos com Energia Reativa para um Consumo de 1000 kVAr

### III.1.4 Fatores Constituintes da Fatura Energética do Pólo II

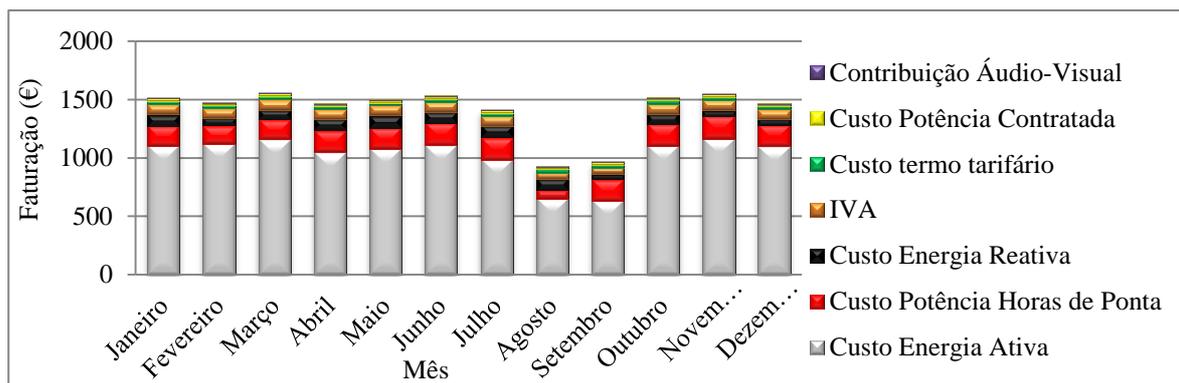


Figura III. 10 – Desagregação da Faturação Mensal para o ano 2010

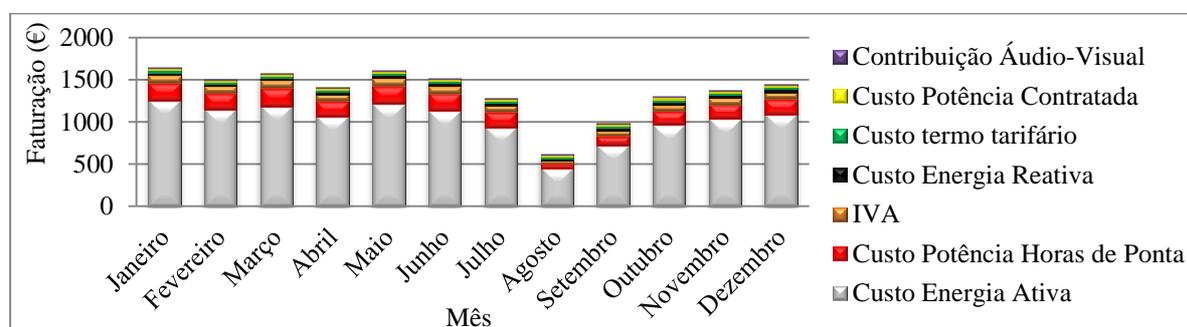


Figura III. 11 – Desagregação da Faturação Mensal para o ano 2011

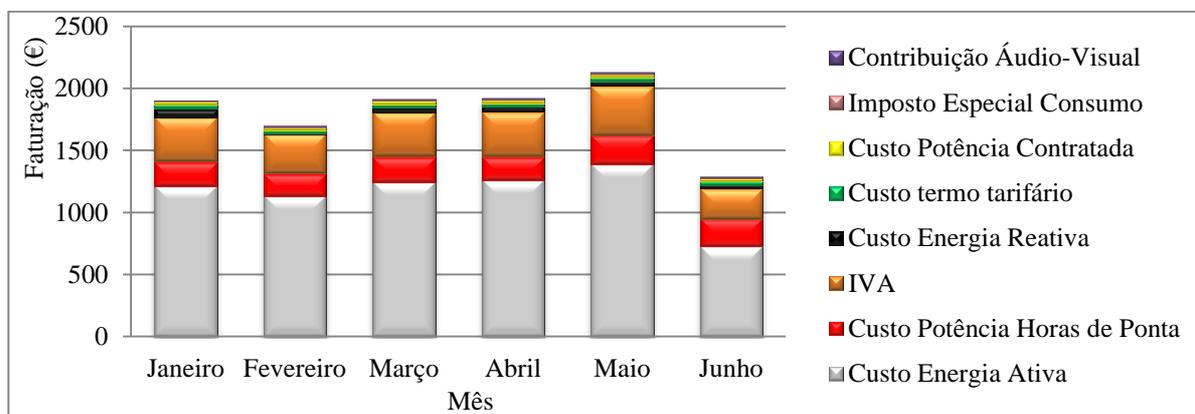


Figura III. 12 – Desagregação da Faturação Mensal para o ano 2012

## Apêndice IV- Auditoria Energética às Residências

### IV.1 Constituição Combatentes

Tabela IV.1 - Divisões do Piso 0

Piso 0	
Sete quartos	Despensa
Corredor	Casa de banho
Cozinha	Sala da responsável
Sala	Hall entrada
Terraço	Escadas
Escadas exteriores	

Tabela IV.2 - Divisões do Piso 1

Piso 1	
Nove quartos	Despensa
Corredor	Casa de banho
Cozinha	Escadas
Escadas exteriores	

Tabela IV.3 - Divisões do Piso 2

Piso 2	
Oito quartos	Despensa
Corredor	Casa de banho
Cozinha	Escadas
Sala	Escadas exteriores

Tabela IV.4 - Divisões do Piso 3

Piso 3	
Nove quartos	Despensa
Corredor	Casa de banho
Cozinha	Escadas
Escadas exteriores	

Tabela IV.5 - Divisões do Piso 4

Piso 4	
Oito quartos	Despensa
Corredor	Casa de banho
Cozinha	Escadas
Sala	Escadas exteriores

Tabela IV.6 - Divisões do Piso 5

Piso 5	
Terraço	Elevador

### IV.2 Constituição Pólo II

Tabela IV.7 - Divisões do Piso -1

Piso -1	
Doze quartos	Sala de apoio
Corredor	Sala de estudo
Terraço	Lavandaria
Sala	Caldeiras
Terraço	Escadas

Tabela IV.8 - Divisões do Piso 1

Piso 1	
Dezoito quartos	Despensa
Corredor	Casa de banho
Cozinha	Escadas
Sala da responsável	Entrada Principal
Sala de estudo	

Tabela IV.9 - Divisões do Piso 2

Piso 2	
Dezoito quartos	Terraço
Corredor	Escadas
Cozinha	

Tabela IV. 10- Divisões do Piso 3

Piso 3	
Dezoito quartos	Terraço
Corredor	Escadas
Cozinha	

### IV.3 Constituição Pólo III

Tabela IV.11 - Divisões do Piso -2

Piso -2	
Trinta e quatro quartos	Cozinha
Corredor	Cozinha pequena
Casa de banho com duche	Sala arrumos e QE
Casa de banho sem duche	Sala tratamento de água
Sala quadros elétricos geral	Escadas

Tabela IV.12 - Divisões do Piso -1

Piso -1	
Vinte e oito quartos	Duas cozinhas
Corredor	Lavandaria
Casa de banho com duche	Sala arrumos e QE
Casa de banho sem duche	Apartamento segurança
Sala de caldeiras	Escadas
Terraço	

Tabela IV.13 - Divisões do Piso 0

Piso 0	
Vinte e nove quartos	Duas cozinhas
Corredor	Cozinha pequena
Casa de banho com duche	Sala arrumos e QE
Casa de banho sem duche	Sala de estudo
Casa de banho entrada	Escadas
Entrada	Entrada

Tabela IV.14 - Divisões do Piso 1

Piso 1	
Quarenta quartos	Duas cozinhas
Corredor	Sala arrumos e QE
Casa de banho com duche	Escadas
Casa de banho sem duche	

### IV.4 Análise Deambulatória

Tabela IV. 15 - Tabela Utilizada na Realização da Analise Deambulatória

Divisão				
Área	Quantidade	Potência	Total	Notas
Lâmpada 1				
Lâmpada 2				
Lâmpada 3				
Lâmpada 4				
Lâmpada 5				

#### IV.4.1 Desagregação da Potência Instalada por Divisão

**Tabela IV. 16 - Desagregação da Potência Instalada por Divisão na residência dos Combatentes**

Divisão	Potência Instalada (W)	Porcentagem
Quartos	1476	3,17%
Corredor	522	1,12%
Cozinha	11070	23,78%
Sala	1090	2,34%
Terraço	4033	8,66%
Escadas exteriores	55	0,12%
Despensa	15140	32,53%
Casa de banho	11380	24,45%
Sala da responsável	796	1,71%
Hall entrada	838	1,80%
Escadas	145	0,31%
<b>Total instalado</b>	<b>46545</b>	<b>100,00%</b>

**Tabela IV. 17- Desagregação da Potência Instalada por Divisão na residência do Pólo II**

Divisão	Potência Instalada (W)	Porcentagem
Cozinha	98854	56,57%
Corredores	3320	1,90%
Quartos	10698	6,12%
Escadas	520	0,30%
Terraço	156	0,09%
Casa de banho serviço	54	0,03%
Sala de estudo	448	0,26%
Entrada	354	0,20%
Sala da responsável	1730	0,99%
Sala de apoio	5656	3,24%
Lavandaria	44344	25,38%
Caldeiras	5105,5	2,92%
Elevador	3500	2,00%
<b>Total instalado</b>	<b>174739,5</b>	<b>100,00%</b>

**Tabela IV.18 - Desagregação da Potência Instalada por Divisão na residência do Pólo III**

Divisão	Potência Instalada (W)	Porcentagem
Cozinha	82581	40,15%
Corredores	7722	3,75%
Quartos	22008	10,70%
Escadas	72	0,04%
Terraço	684	0,33%
Casas de banho	18306	8,90%
Sala de estudo	432	0,21%
Entrada	1708	0,83%
Apartamento responsável	4600	2,24%
Sala arrumos e QE	266	0,13%
Lavandaria	33732	16,40%
Caldeiras	26456	12,86%
Elevadores	7000	3,40%
Sala tratamento de água	116	0,06%
<b>Total instalado</b>	<b>205683</b>	<b>100,00%</b>

## IV.4.3 Análise Analítica

### IV.4.3.1 Diagramas de carga da segunda semana

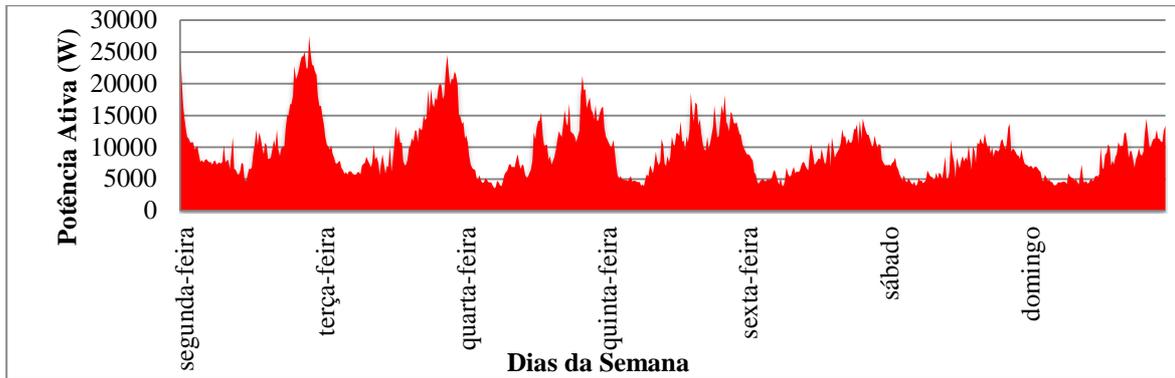


Figura IV. 1 – Diagrama de Carga Global da Instalação para a segunda Semana da residência dos Combatentes

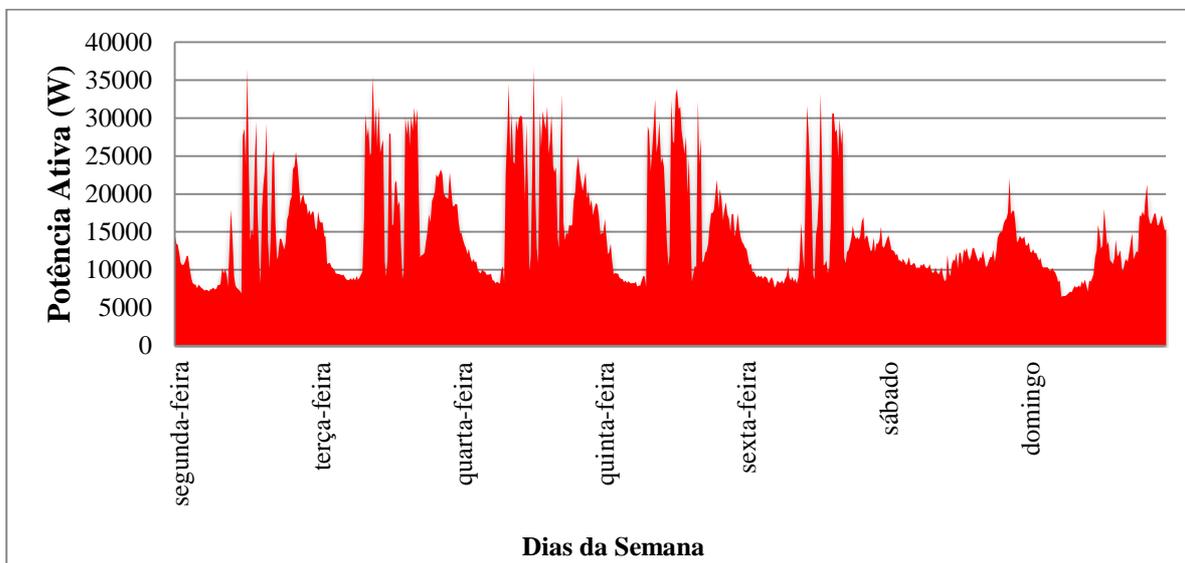


Figura IV. 2 – Diagrama de Carga Global da Instalação para a segunda Semana da residência do Pólo II

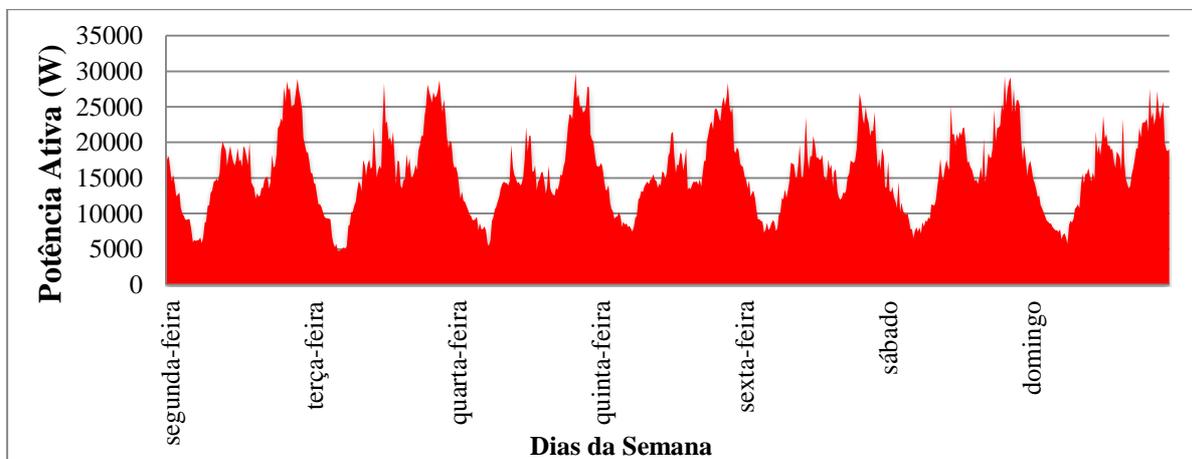


Figura IV. 3 – Diagrama de Carga Global da Instalação para a segunda Semana da residência do Pólo III

#### IV.4.3.2 Desagregação de Consumos por Período Horário da segunda semana

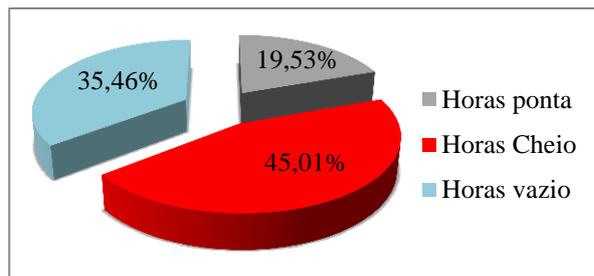


Figura IV. 4 – Desagregação por Períodos Horários segunda semana Combatentes

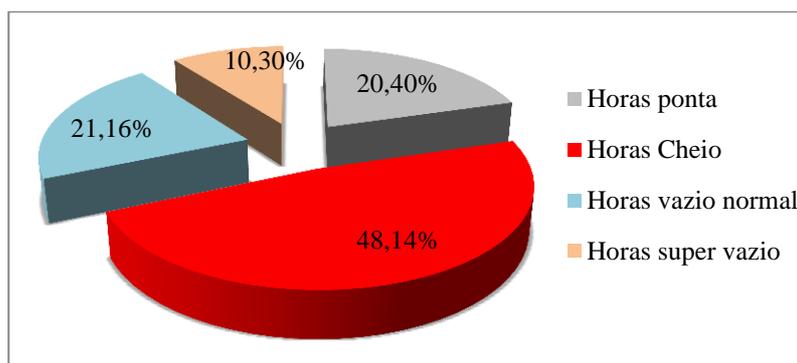


Figura IV. 5 – Desagregação por Períodos Horários segunda semana Pólo II

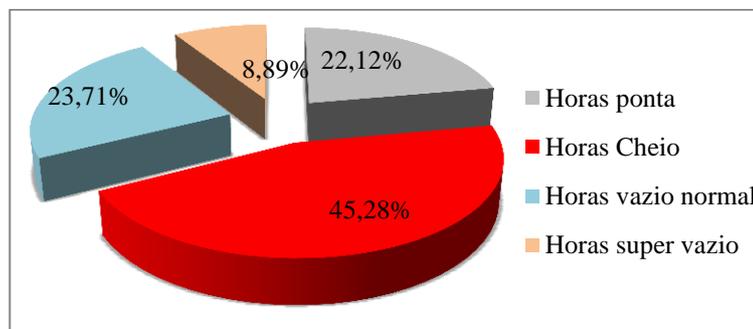


Figura IV. 6 – Desagregação por Períodos Horários segunda semana Pólo III

### IV.4.3.3 Distribuição da Energia Reativa pelas Três Fases

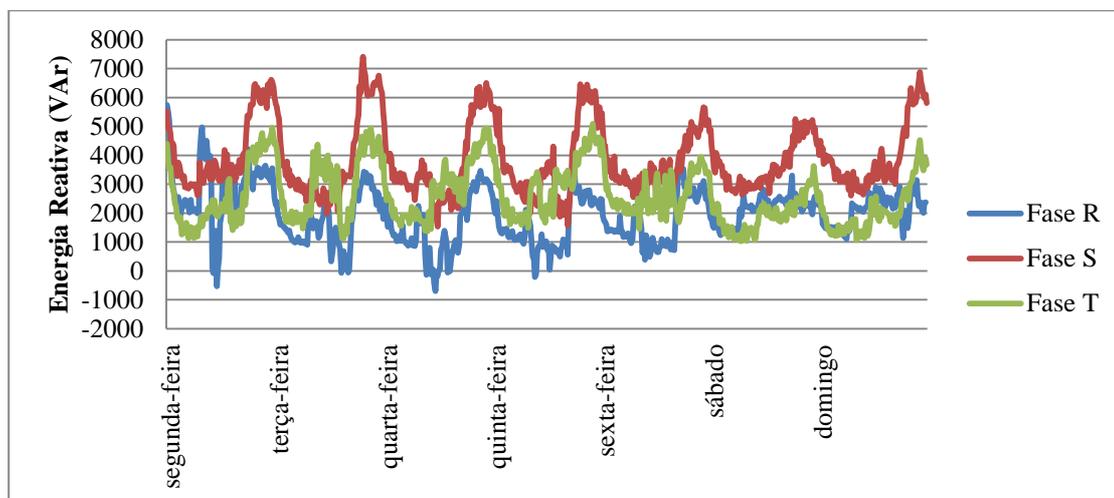


Figura IV. 7 - Desagregação por Fase Pólo II

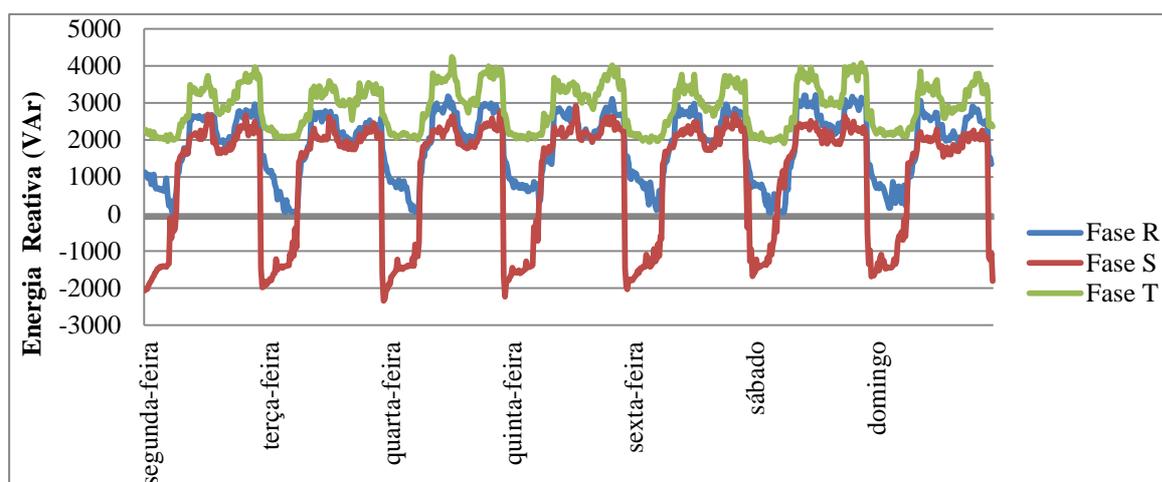


Figura IV. 8 - Desagregação Reativa por Fase Pólo III

#### IV.4.3.4 Variação do Fator de Potência

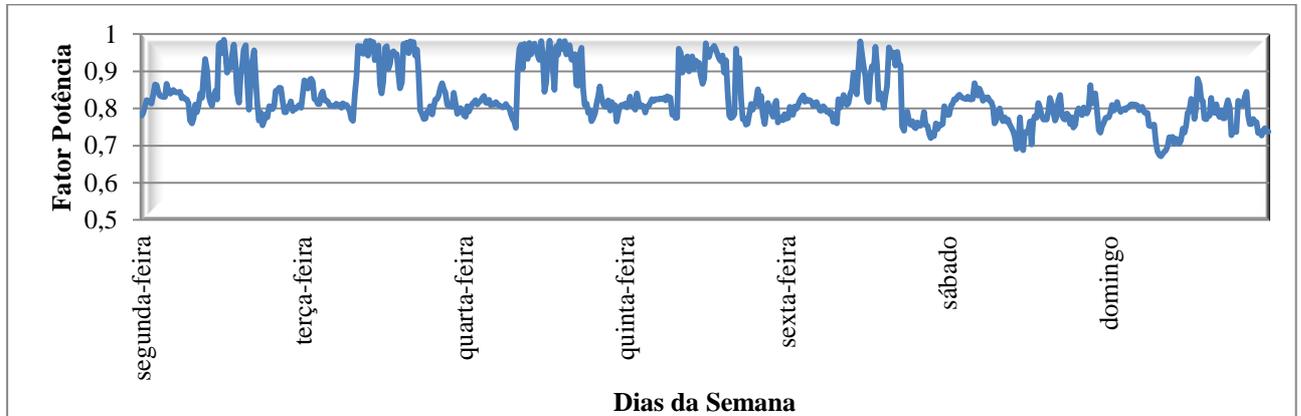


Figura IV. 9 – Fator de Potência da Segunda Semana Pólo II

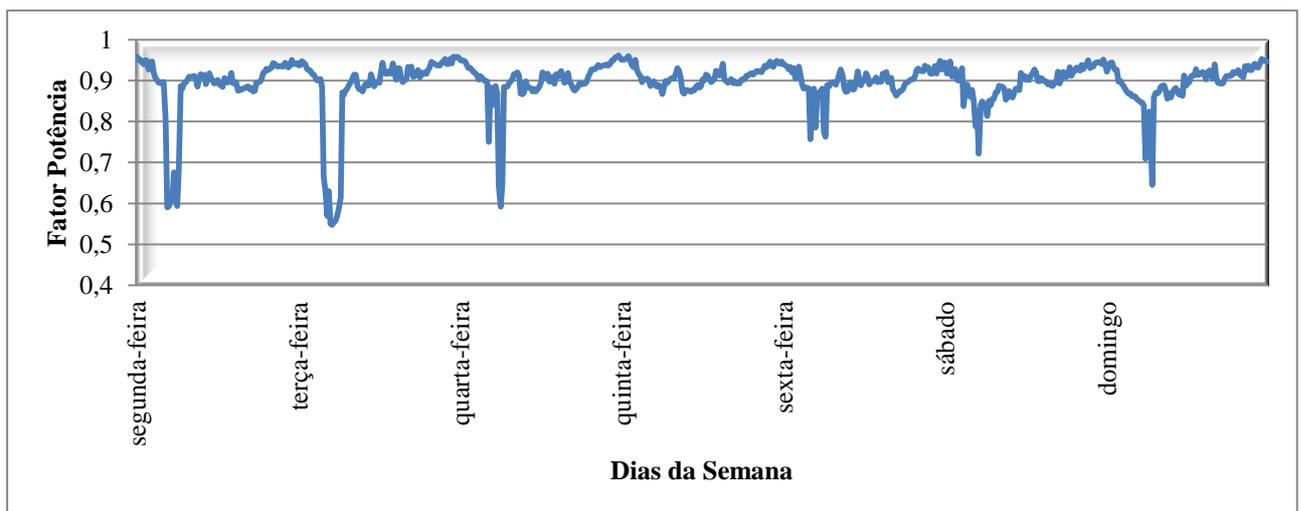


Figura IV. 10 – Fator de Potência da Segunda Semana Pólo III

#### IV.4.3.5 Diagrama de carga Geral Pólo II com e sem considerar a lavandaria

Como se pode ver pela Figura IV.12 a representação do diagrama de carga apresenta consumos que ainda dizem respeito aos consumos da lavandaria e isso pode justificar-se pelo facto de as monitorizações não se terem realizado nos mesmos períodos e por essa razão os consumos não se verificam nos mesmos períodos horários.

Pode ainda observar-se que apesar dos picos existentes de potência ativa, os consumos nos períodos de utilização da lavandaria são inferiores e previa-se a eliminação desses picos no caso de a monitorização ter sido realizada no mesmo período.

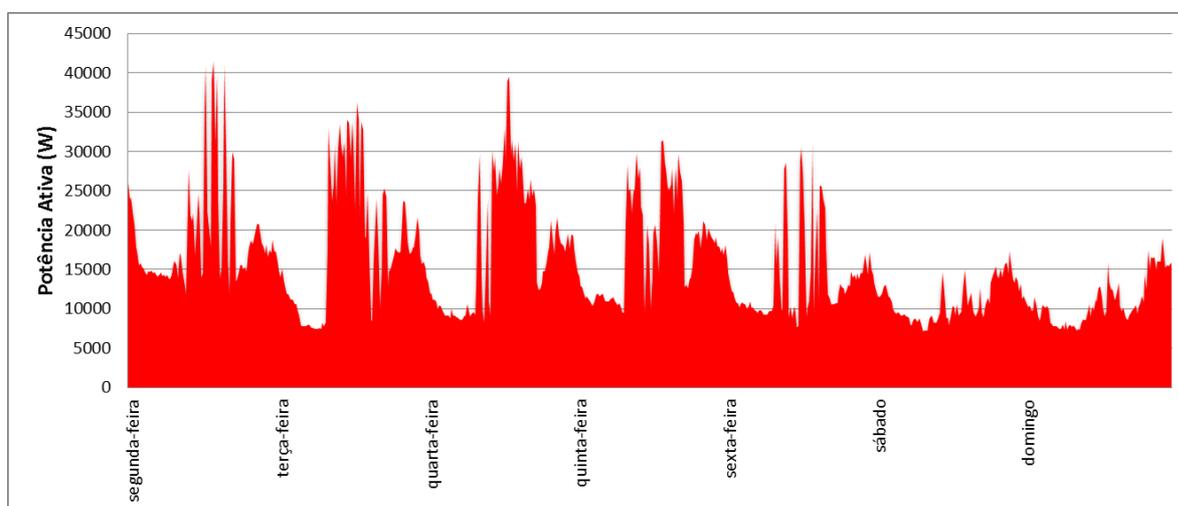


Figura IV. 111 – Diagrama de Carga Global da Instalação com Utilização da Lavandaria

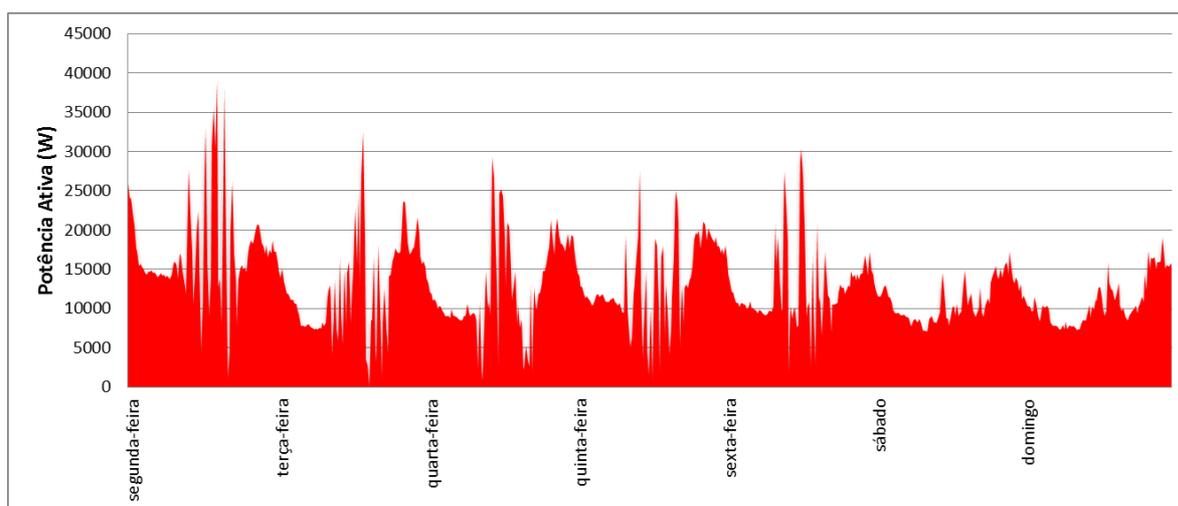


Figura IV. 122 – Diagrama de Carga Global da Instalação sem Utilização da Lavandaria

## Apêndice V - Inquéritos realizados aos estudantes da residência

### V.1 Inquérito entregue aos alunos

## Inquérito SASUC

Num mundo cada vez mais dependente de energia elétrica é extremamente importante uma utilização racional dos recursos energéticos para garantir bons resultados económicos e ambientais.

Estes resultados dependem das nossas atitudes/comportamentos em relação ao consumo de energia elétrica, podendo no dia-a-dia minimizar a sua utilização.

Neste contexto, este inquérito permite conhecer melhor a Residência, para que a auditoria energética realizada ao edifício consiga integrar os consumos com um melhor grau de aproximação ao que acontece na realidade, permitindo obter uma otimização dos recursos energéticos.

- 1) Durante o dia, tem por hábito abrir os estores e as cortinas para tirar o máximo partido da exposição solar?  
 Sim  
 Não
- 2) Tem o cuidado de apagar as luzes sempre que sai de um determinado espaço?  
 Sim  
 Não
- 3) Durante quantas horas utiliza a iluminação no quarto?  
 Menos de 1 hora  
 De 1 a 4 horas  
 De 4 a 8 horas  
 De 8 a 12 horas  
 De 12 a 16 horas  
 De 16 a 24 horas
- 4) Quando abre o frigorífico ou arca, tem o hábito de deixar as portas abertas durante muito tempo?  
 Sim  
 Não
- 5) Ao guardar alimentos cozinhados espera que eles arrefeçam, antes de os colocar no frigorífico?  
 Sim  
 Não
- 6) Nas máquinas de roupa e de louça, evita utilizar programas que funcionem a altas temperaturas?  
 Sim  
 Não
- 7) Utiliza a máquina de roupa ou de louça sempre com a carga completa?

- Sim
  - Não
- 8) Tem sempre o cuidado de regular a temperatura do ferro de engomar, adequando-a a cada tipo de roupa?
- Sim
  - Não
- 9) Utiliza o micro-ondas apenas para aquecer refeições em curtos períodos de tempo?
- Sim
  - Não
- 10) Quantas utilizações, do micro-ondas faz por semana?
- Nenhuma utilização
  - 1 Utilização
  - De 1 a 4 utilizações
  - Mais de 4 utilizações
- 11) Tem por hábito desligar os eletrodomésticos no botão On/Off em vez de se desligar pelo comando?
- Sim
  - Não
- 12) Durante a noite e durante os períodos de ausência, desliga os aparelhos elétricos?
- Sim
  - Não
- 13) Tem por hábito manter o carregador do telemóvel/computador ligado à corrente após o carregamento?
- Sim
  - Não
- 14) Utiliza computador na residência?
- Não
  - Sim/fixo
  - Sim/portátil
- 15) Quantas horas por dia o computador fica ligado?
- Menos de 1 hora
  - De 1 a 4 horas
  - De 4 a 8 horas
  - De 8 a 12 horas
  - De 12 a 16 horas

De 16 a 24 horas

16) Tem algum sistema de aquecimento elétrico? Qual é a potência?

- Não
- Sim/Menos de 500W
- Sim/Entre 500W e os 1000W
- Sim/Entre 1000W e os 1500W
- Sim/Entre 1500W e os 2000W
- Sim/Mais de 2000W

17) Quantas horas por dia o aquecimento fica ligado?

- Menos de 1 hora
- De 1 a 4 horas
- De 4 a 8 horas
- De 8 12 horas
- De 12 a 16 horas
- De 16 a 24 horas

18) Considera importante a economia de energia elétrica?

- Sim
- 

Não

19) Considera-se responsável pelo consumo de energia elétrica?

- Sim
- Não

20) Sabe qual é o gasto médio de energia por mês na residência?

- Sim
- Não

21) Acha que gasta mais energia do que a média dos utilizadores da residência?

- Sim
- Não

22) O que faz para diminuir o consumo de energia elétrica?

- Nada
  - Tenho cuidados com a iluminação
  - Tenho cuidados com a utilização de alguns equipamentos
- Outra: \_\_\_\_\_

23) Qual é, para si, o principal responsável para o consumo de energia da residência?

---

---

---

## V.2 Resultados Combatentes

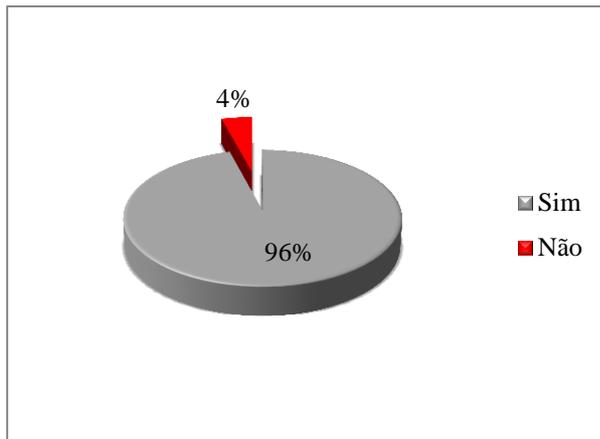


Figura V. 13 – Resultados Pergunta 1

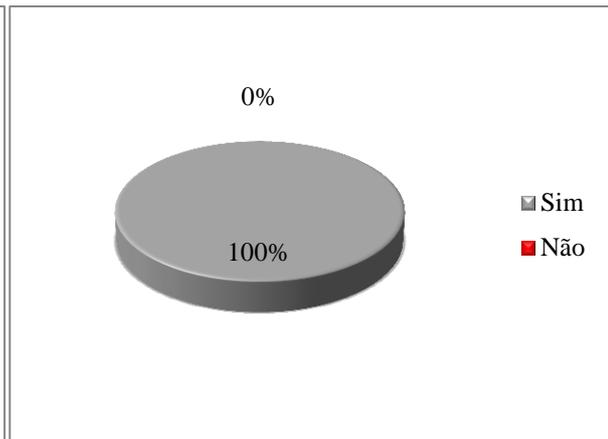


Figura V. 2 – Resultados Pergunta 2

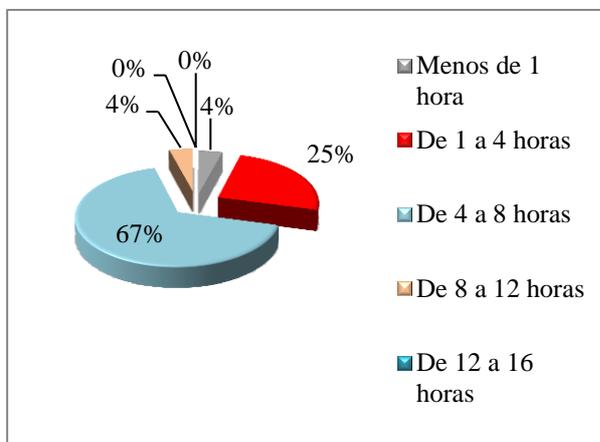


Figura V. 3– Resultados Pergunta 3

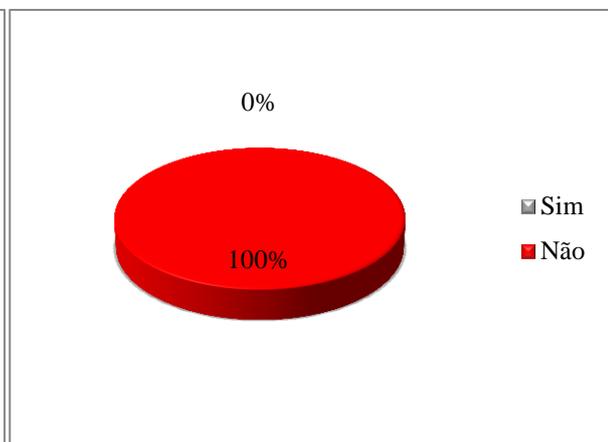


Figura V. 4– Resultados Pergunta 4

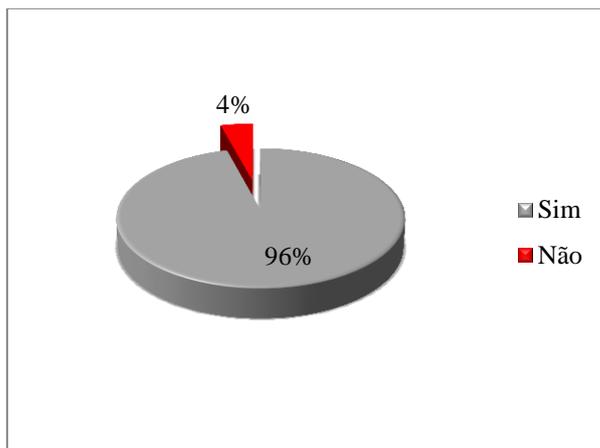


Figura V. 5– Resultados Pergunta 5

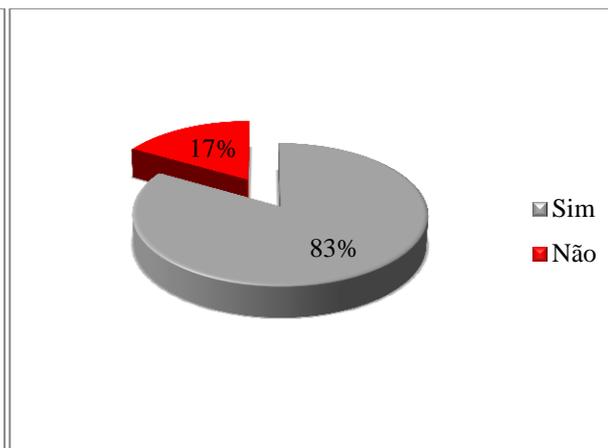
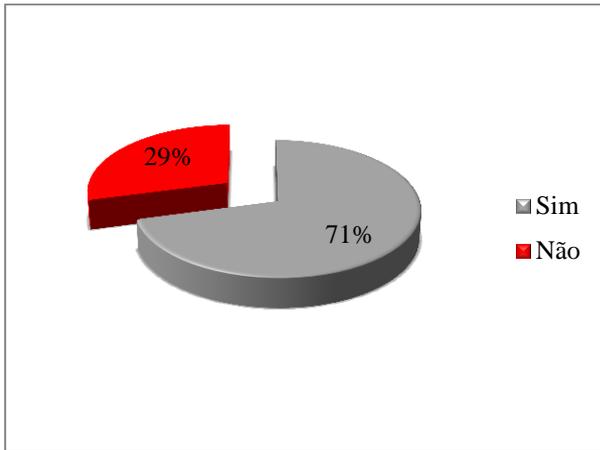
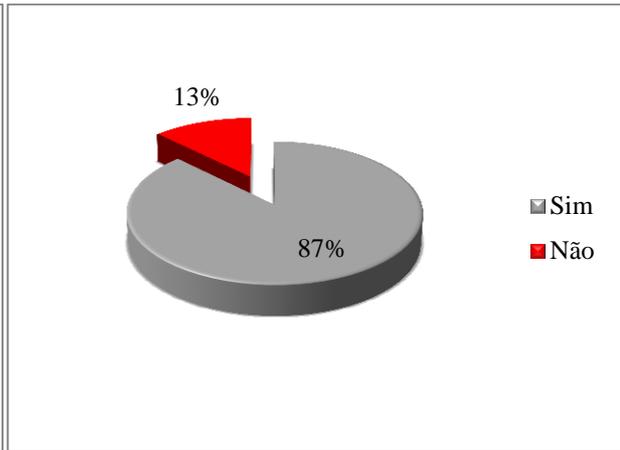


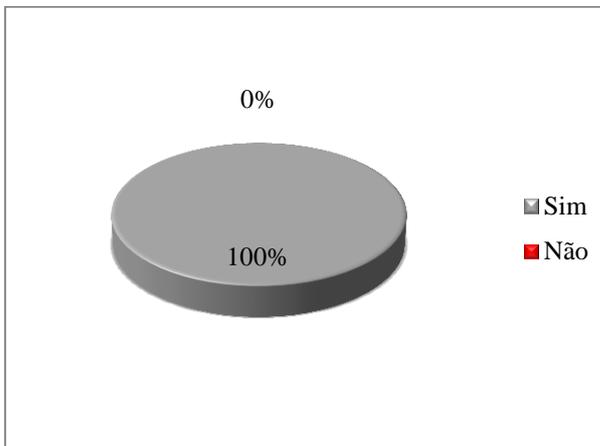
Figura V. 6 – Resultados Pergunta 6



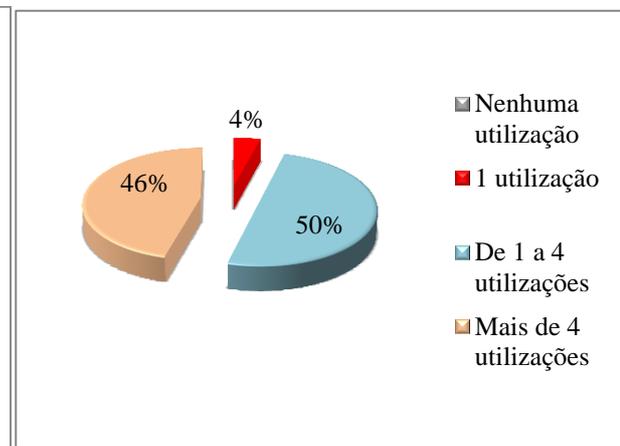
**Figura V. 7– Resultados Pergunta 7**



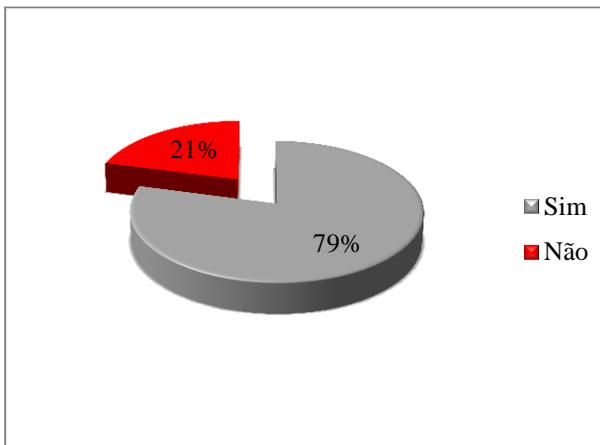
**Figura V. 8– Resultados Pergunta 8**



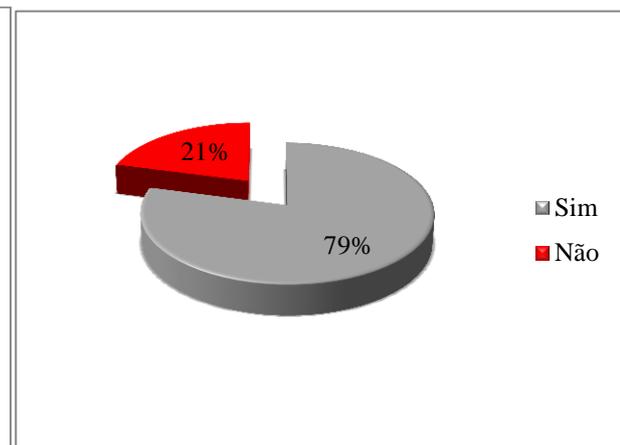
**Figura V. 9– Resultados Pergunta 9**



**Figura V. 10 – Resultados Pergunta 10**



**Figura V. 11 – Resultados Pergunta 11**



**Figura V. 12 – Resultados Pergunta 12**

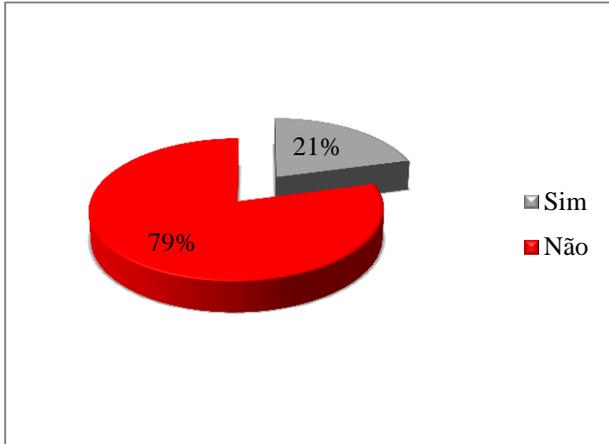


Figura V. 13 – Resultados Pergunta 13

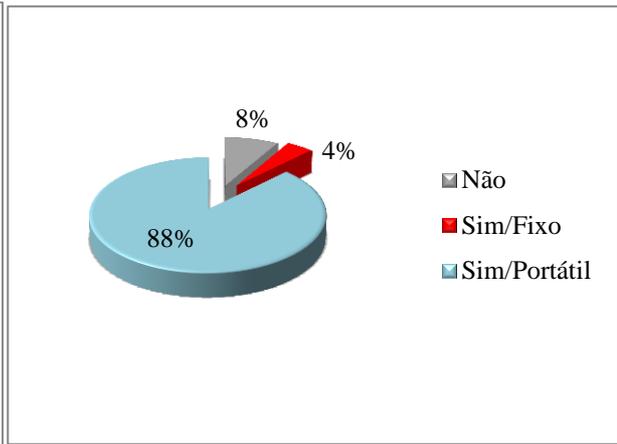


Figura V. 1144 – Resultados Pergunta 14

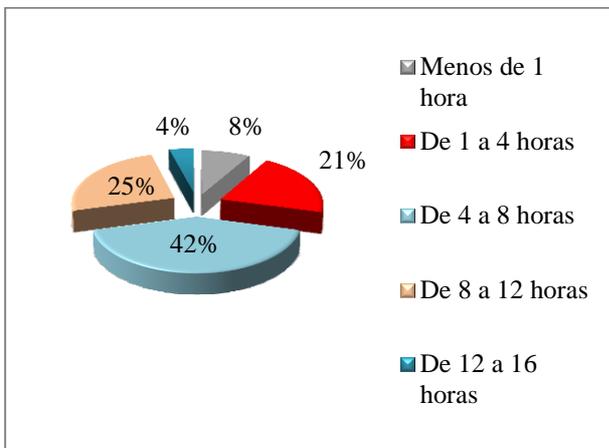


Figura V. 155 – Resultados Pergunta 15

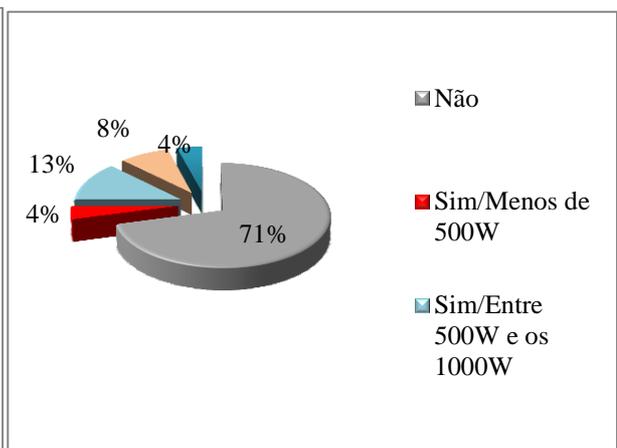


Figura V. 166 – Resultados Pergunta 16

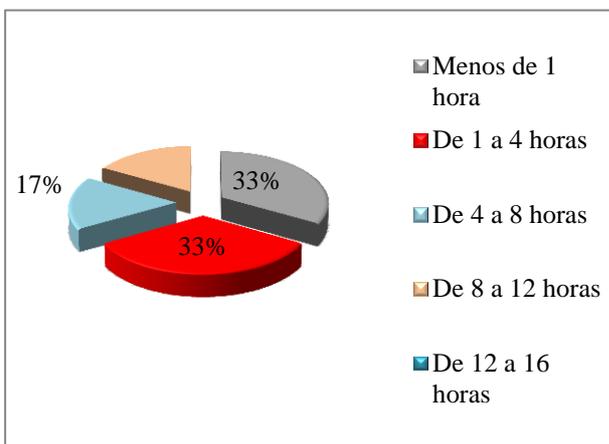


Figura V. 17 – Resultados Pergunta 17

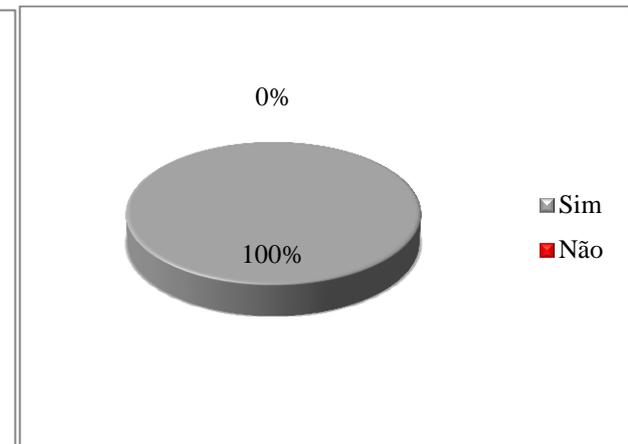


Figura V. 18 – Resultados Pergunta 18

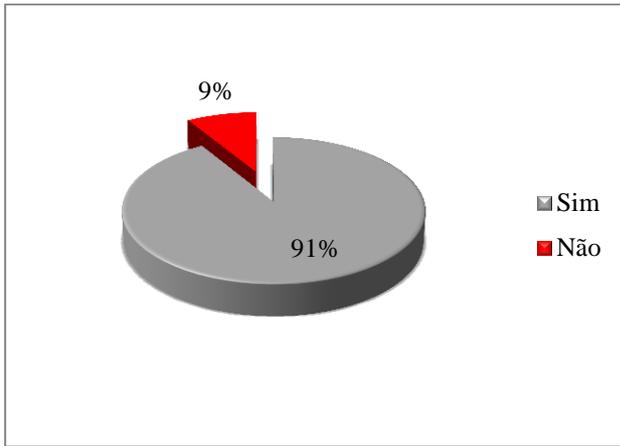


Figura V. 179 – Resultados Pergunta 19

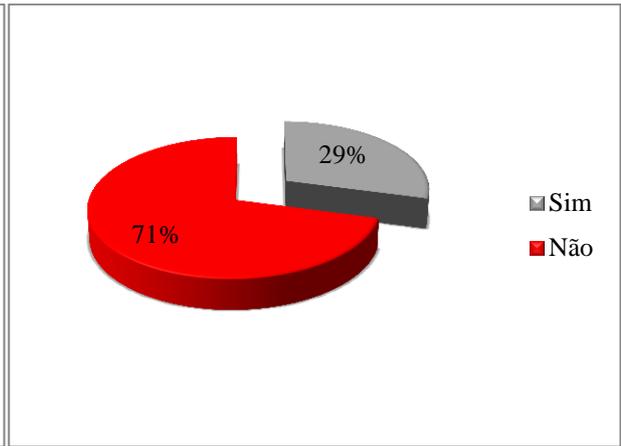


Figura V. 20 – Resultados Pergunta 20

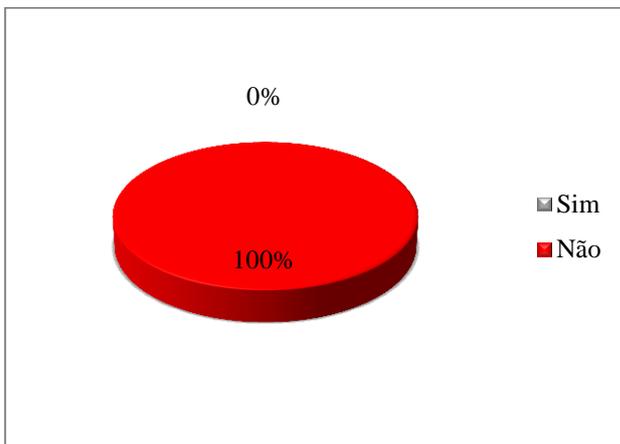


Figura V. 21 – Resultados Pergunta 21

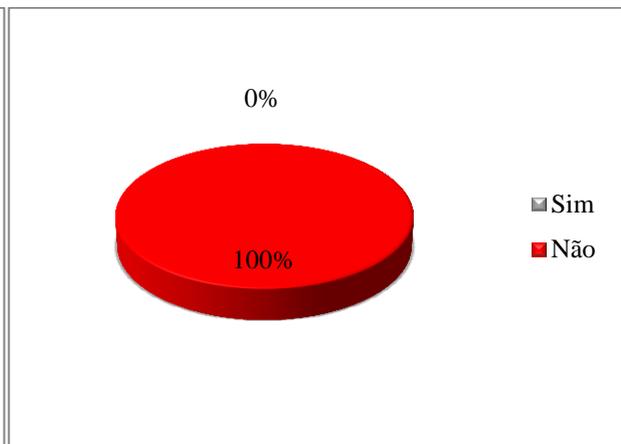


Figura V. 22 – Resultados Pergunta 22.1

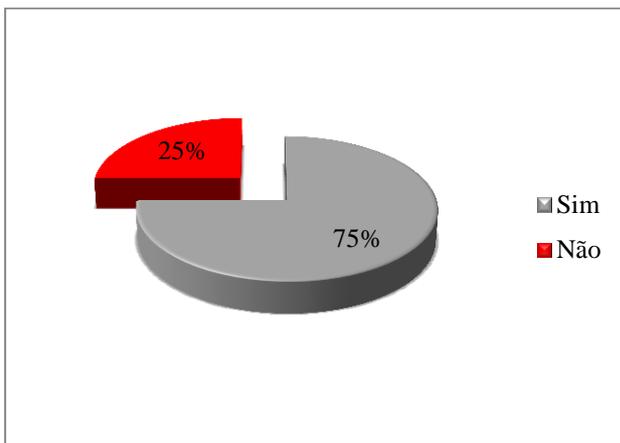


Figura V. 23 – Resultados Pergunta 22.2

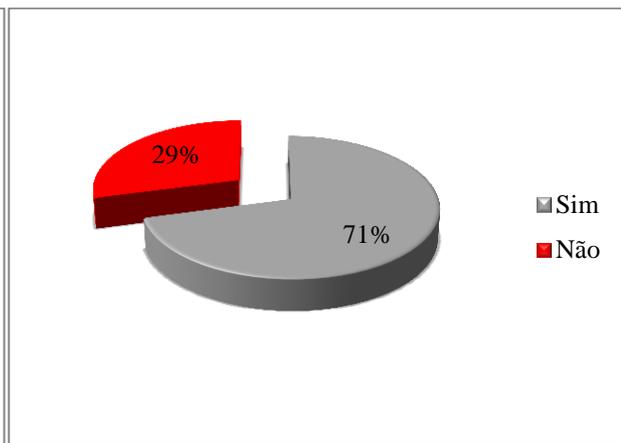


Figura V. 24 – Resultados Pergunta 22.3

## V.2 Resultados Pólo III

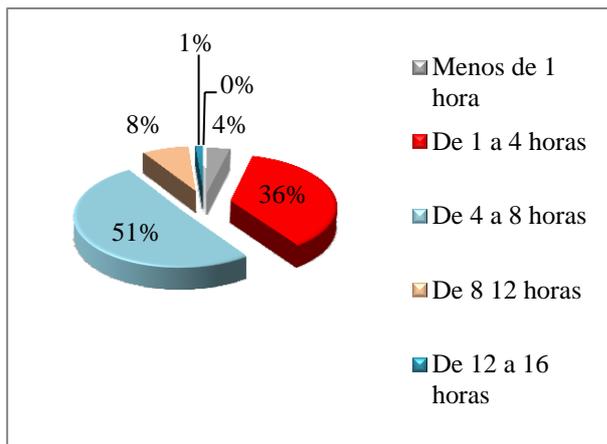


Figura V. 25– Resultados Pergunta 1

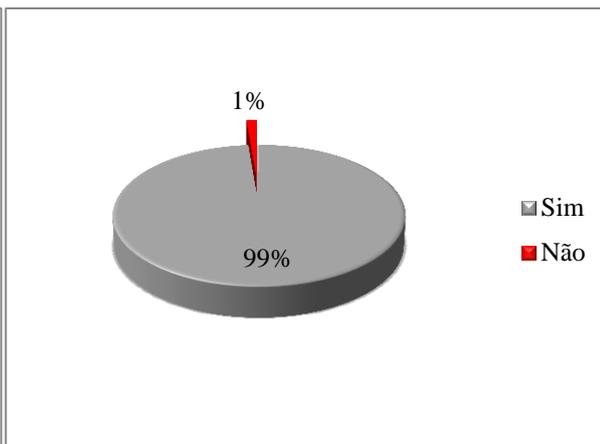


Figura V. 26 – Resultados Pergunta 2

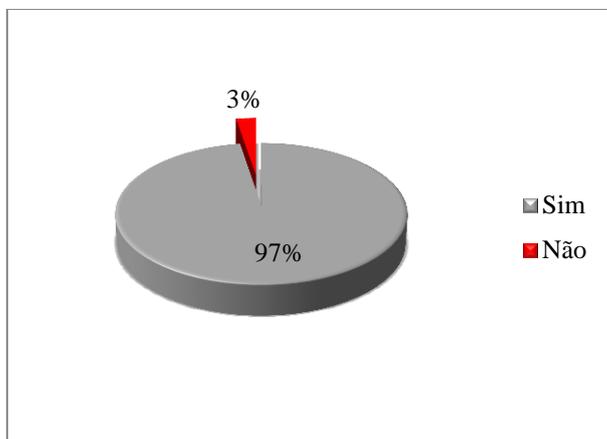


Figura V. 27– Resultados Pergunta 3

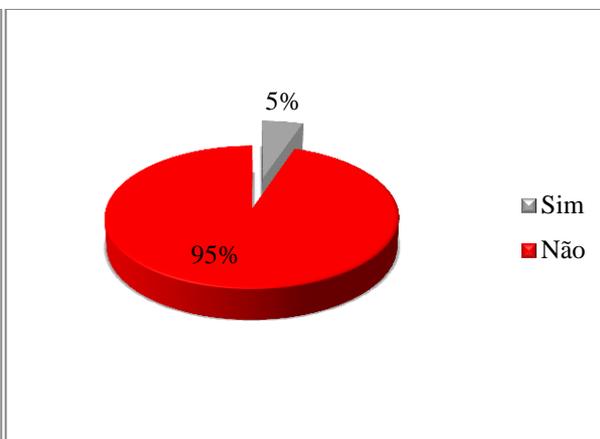


Figura V. 28 – Resultados Pergunta 4

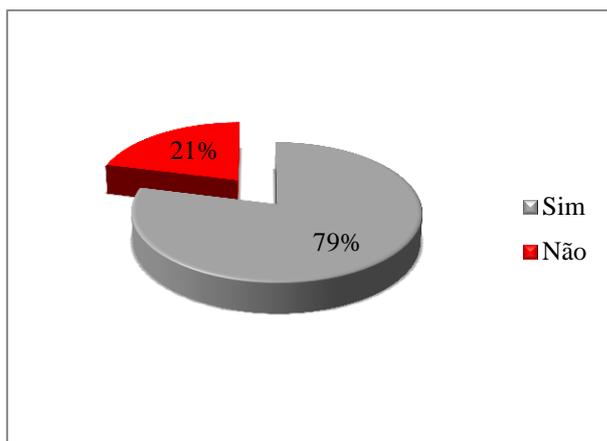


Figura V. 29 - Resultados Pergunta 5

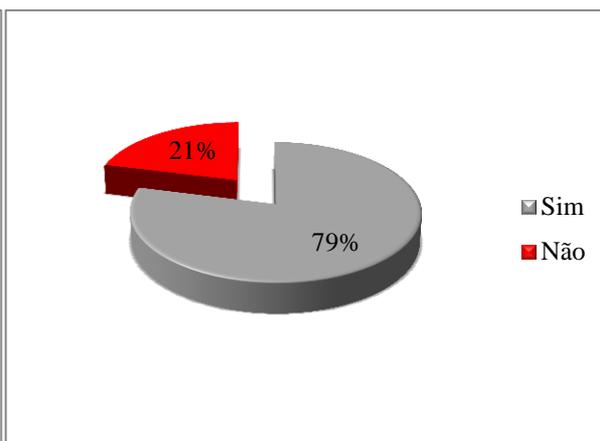


Figura V. 30 – Resultados Pergunta 6

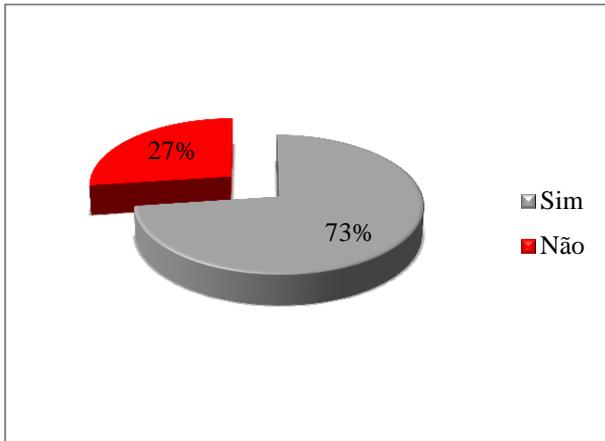


Figura V. 31– Resultados Pergunta 7

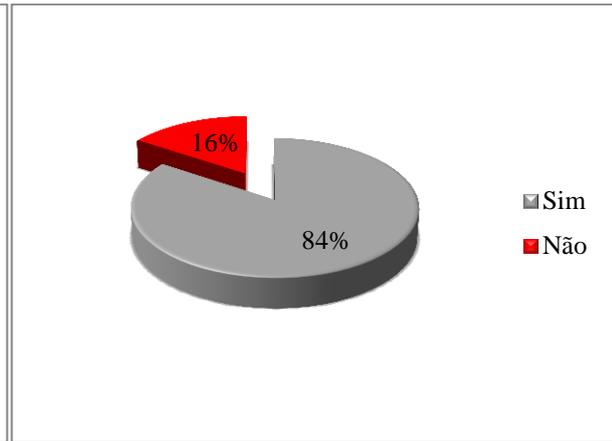


Figura V. 32– Resultados Pergunta 8

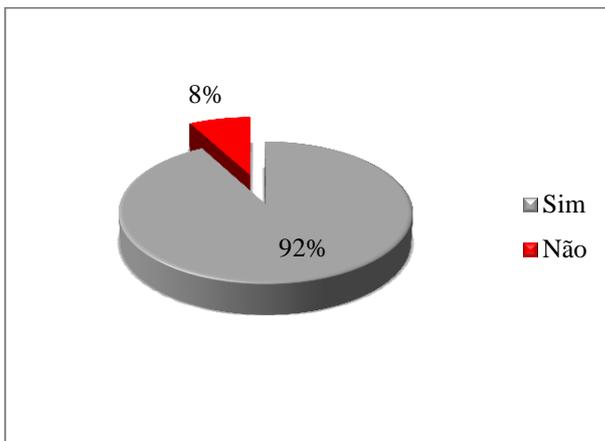


Figura V. 33 – Resultados Pergunta 9

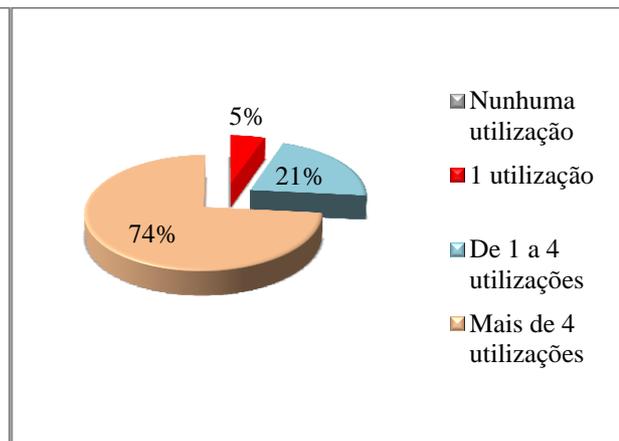


Figura V. 34 – Resultados Pergunta 10

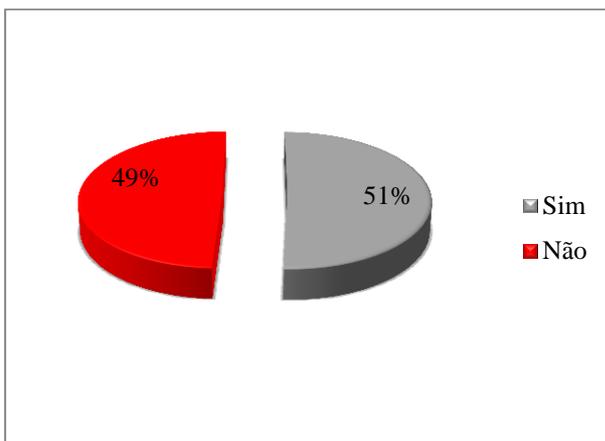


Figura V. 35 – Resultados Pergunta 11

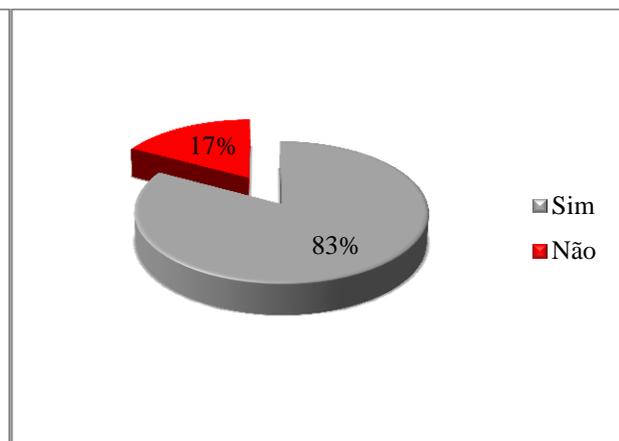


Figura V. 36 – Resultados Pergunta 12

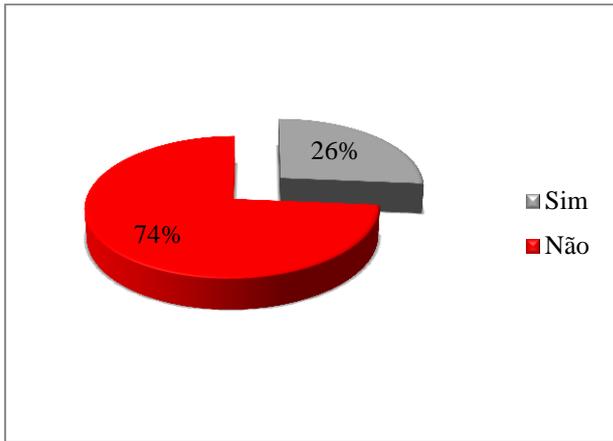


Figura V. 37 – Resultados Pergunta 13

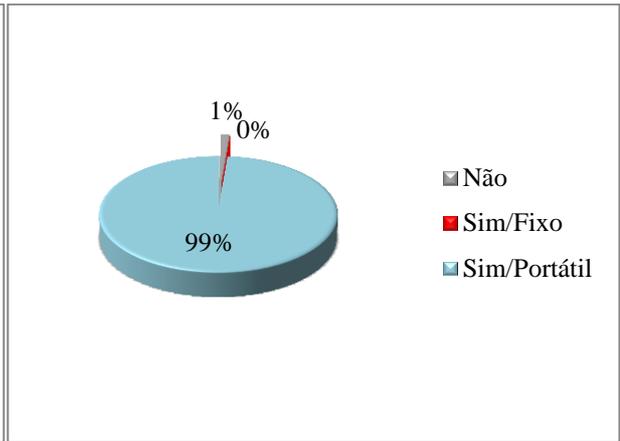


Figura V. 38 – Resultados Pergunta 14

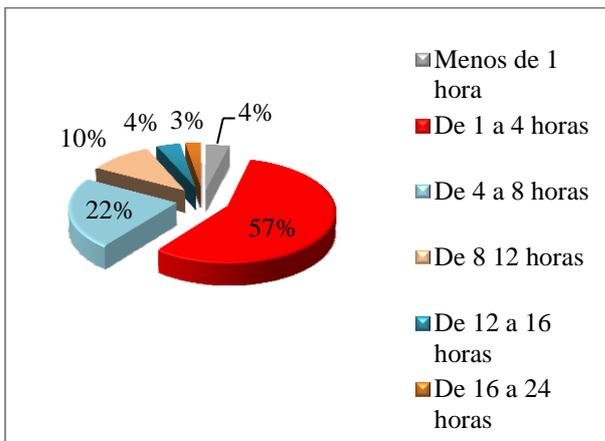


Figura V. 39 – Resultados Pergunta 15

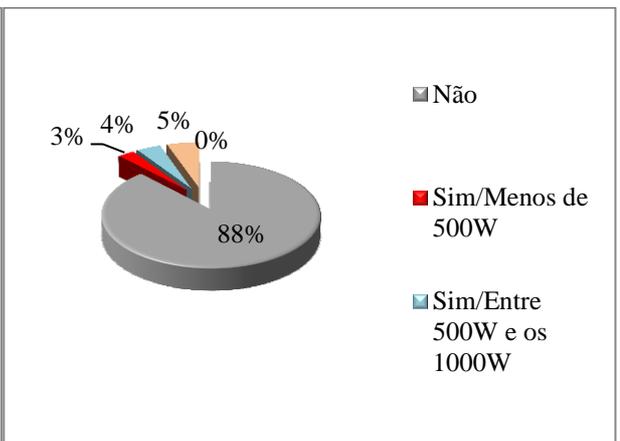


Figura V. 40 – Resultados Pergunta 16

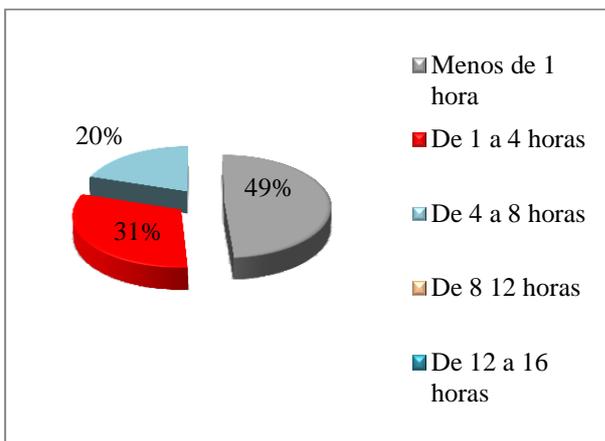


Figura V. 41 – Resultados Pergunta 17

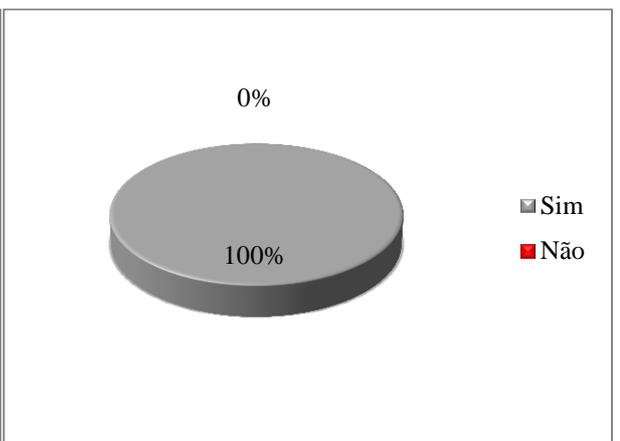


Figura V. 42 – Resultados Pergunta 18

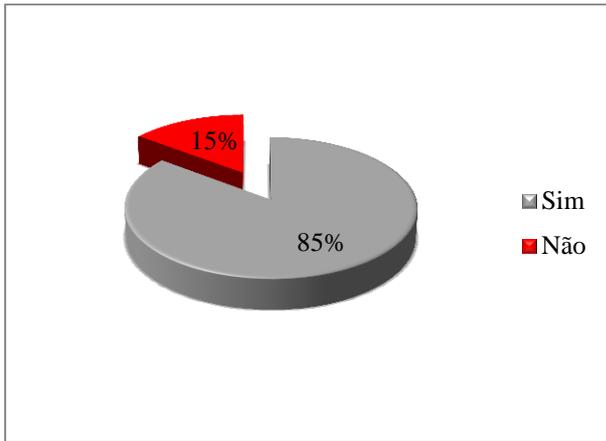


Figura V. 43 – Resultados Pergunta 19

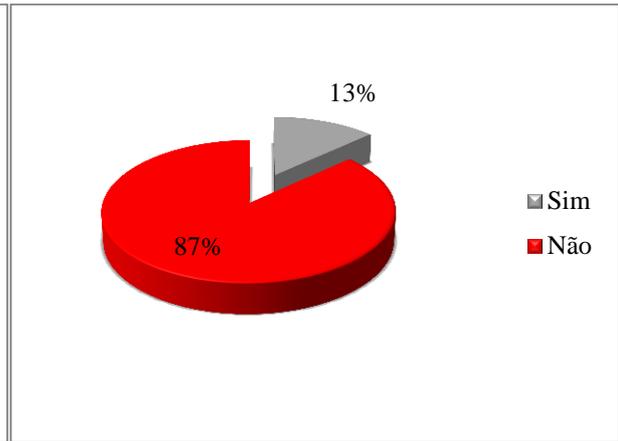


Figura V. 44 – Resultados Pergunta 20

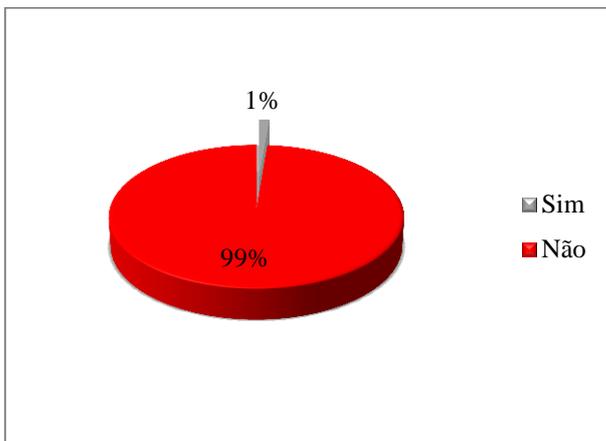


Figura V. 45 – Resultados Pergunta 21

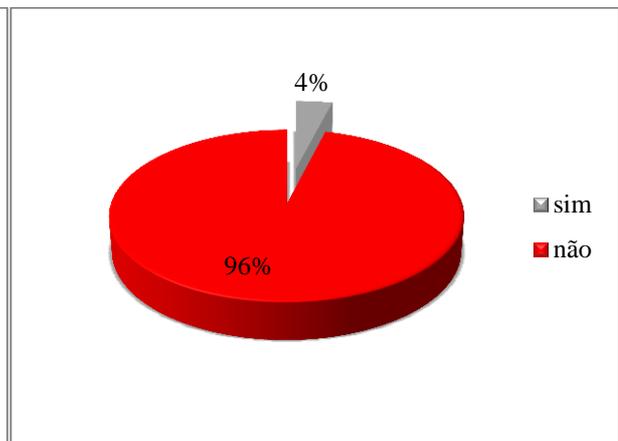


Figura V. 46 – Resultados Pergunta 22.1

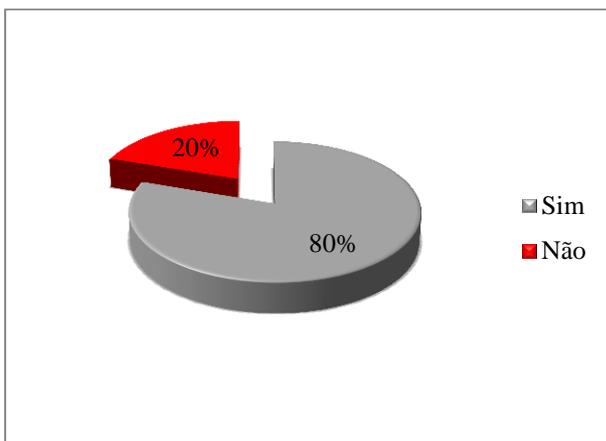


Figura V. 47 – Resultados Pergunta 22.2

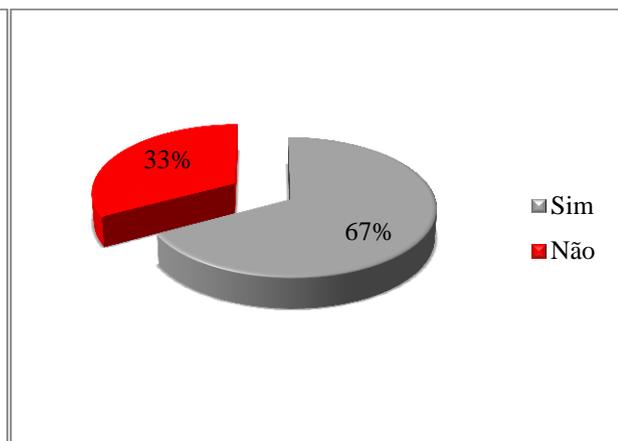


Figura V. 48 – Resultados Pergunta 22.3

## Apêndice VI- Oportunidades de Racionalização de Consumos Pólo II

**Tabela VI. 1– Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação dos Quartos**

Equipamento instalado	Situação Inicial				Situação Proposta				Investimento e Payback			
	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
CFL 1x18W	1512	8	2920	4415,04	798	8	2920	2330,16	2084,88	282,9	2241	7,92
CFL 2x10W	1680	3	1095	1839,6	672	3	1095	735,84	1103,76	177,5	4165	23,46495
CFL 1x9W	756	3	1095	827,82	336	3	1095	367,92	459,9	73,95	2082	28,15795
CFL 4x9W	3024	3	1095	3311,28	1344	3	1095	1471,68	1839,6	295,8	8329	28,15795

**Tabela VI. 2 – Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação dos Quartos**

Equipamento instalado	Situação Inicial				Situação Proposta				Investimento e Payback			
	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
CFL 1x18W	1512	8	2920	4415,04	680,4	8	2920	1986,77	2428,27	329,5	1847	5,61
CFL 2x10W	1680	3	1095	1839,6	722,4	3	1095	791,03	1048,57	168,6	3022	17,92465
CFL 1x9W	756	3	1095	827,82	361,2	3	1095	395,514	432,306	69,52	1511	21,73841
CFL 4x9W	3024	3	1095	3311,28	1444,8	3	1095	1582,056	1729,22	278,1	6045	21,73841

**Tabela VI. 3 – Estudo das Propostas para o Sistema de Iluminação dos Quartos**

Equipamento instalado	Situação Inicial				Situação Proposta				Investimento e Payback			
	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Potência Total (W)	Horas/dia	Horas/ano	Consumo (kWh/ano)	Poupança (kWh)	Poupança (€)	Valor investido(€)	Payback(anos)
CFL 1x18W	1512	8	2920	4415,04	672	8	2920	1962,24	2452,80	332,8	2940	8,83
CFL 2x10W	1680	3	1095	1839,6	1008	3	1095	1103,76	735,84	118,3	3360	28,39648
CFL 1x9W	756	3	1095	827,82	504	3	1095	551,88	275,94	44,37	1680	37,86197
CFL 4x9W	3024	3	1095	3311,28	2016	3	1095	2207,52	1103,76	177,5	6720	37,86197

### VI.2 Foto Bomba de Água



**Figura VI. 1- Bomba de Água**